



Integrierte Widerstandsnetzwerke in Schichttechnik

Ausgabe 1977

Abbildungen und Werte gelten nur bedingt als Unterlagen für Bestellungen.
Rechtsverbindlich ist jeweils die Auftragsbestätigung · Änderungen vorbehalten

Exporteur:

Elektrotechnik Export-Import

Volkseigener Außenhandelsbetrieb
der Deutschen Demokratischen Republik

DDR-102 Berlin, Alexanderplatz
Haus der Elektroindustrie

KOMBINAT VEB KERAMISCHE WERKE HERMSDORF DDR 653 HERMSDORF / THÜRINGEN

Fernsprecher: Hermsdorf, Sa.-Nr. 5 10 Drahtwort: Kaweha Hermsdorfthür Telex: 582 46



MIKROELEKTRONIK SCHICHTTECHNIK

Im Verlauf der stürmischen Entwicklung der Elektronik in den letzten zehn Jahren haben sich die integrierten Bauelemente allgemein durchgesetzt. In jedem neuen Gerät — bis hin zu den elektronischen Konsumgütern — werden heute integrierte Bauelemente eingesetzt, die sich dank ihrer hohen Qualität und Zuverlässigkeit ausgezeichnet bewähren. Außerdem kann die erforderliche Erhöhung der Arbeitsproduktivität bei gleichzeitiger Senkung der Kosten nur durch diese modernen Bauelemente erreicht werden. Der Einsatz von integrierten Bauelementen ist im Gerätebau eine Voraussetzung zur Realisierung eines immer besseren Verhältnisses von Gebrauchswert zu Kosten.
Das Kombinat VEB Keramische Werke Hermsdorf hat in den vergangenen zehn Jahren auf dem Gebiet der Herstellung integrierter Schichtbauelemente umfassende Erfahrungen gesammelt, die für die Anwender der

integrierten Widerstandsnetzwerke in Schichttechnik

voll nutzbar sind. Diese Bauelemente wurden auf der Basis der neuesten Erkenntnisse der Dünnfilm- und Dickschicht-Technik für die breite Anwendung auf allen Gebieten der Elektronik-Industrie entwickelt. Bereits seit einigen Jahren werden für das Sortiment von integrierten Widerstandsnetzwerken und Dünnfilm-Hybridschaltkreisen mit einem Produktionsumfang von mehreren Millionen Stück pro Jahr intensive Zuverlässigkeitsüberprüfungen durchgeführt. Dies ermöglicht Aussagen über das Langzeitverhalten und die erreichte Zuverlässigkeit der verwendeten Schichtsysteme.

Die vorhandenen Produktionsanlagen und die gewählte Entwicklungs- und Fertigungsorganisation gestatten den kurzfristigen Übergang von der Musterfertigung zur Serienlieferung. Diese Flexibilität bietet außerdem die Möglichkeit, Entwicklungen nach Kundenspezifikationen durchzuführen, falls das bereits vorliegende breite Sortiment noch nicht allen Wünschen gerecht wird. In diesen Fällen wird die Beratung bei der Abstimmung der Bauelementeparameter sowie die Realisierung durch Fachleute mit langjährigen Erfahrungen auf den entsprechenden Spezialgebieten abgesichert.

Für eine ganze Reihe spezieller Probleme liegen bereits Lösungswege vor, so daß eine Kontaktaufnahme mit dem

Betrieb Mikroelektronik
im Kombinat VEB Keramische Werke Hermsdorf

die Gewähr bietet, eine optimale Lösung durch den Einsatz integrierter Widerstandsnetzwerke zu finden.

UNSERE TECHNOLOGIEN:

Gegenwärtig werden zur industriellen Herstellung passiver integrierter Schichtschaltungen im wesentlichen zwei Technologien angewandt:

- Dünnfilmtechnik — charakterisiert durch aufgedampfte dünne Schichten
- Dickschichttechnik — charakterisiert durch gedruckte und eingebrannte Schichten

Im Kombinat VEB Keramische Werke Hermsdorf wird nach beiden Technologien produktionsmäßig gefertigt.

Die Vorteile der Dünnfilmtechnik sind

- niedrige Temperaturkoeffizienten (TK_R)
- enge Toleranzen der Widerstandselemente

während die Dickschichttechnik Vorteile

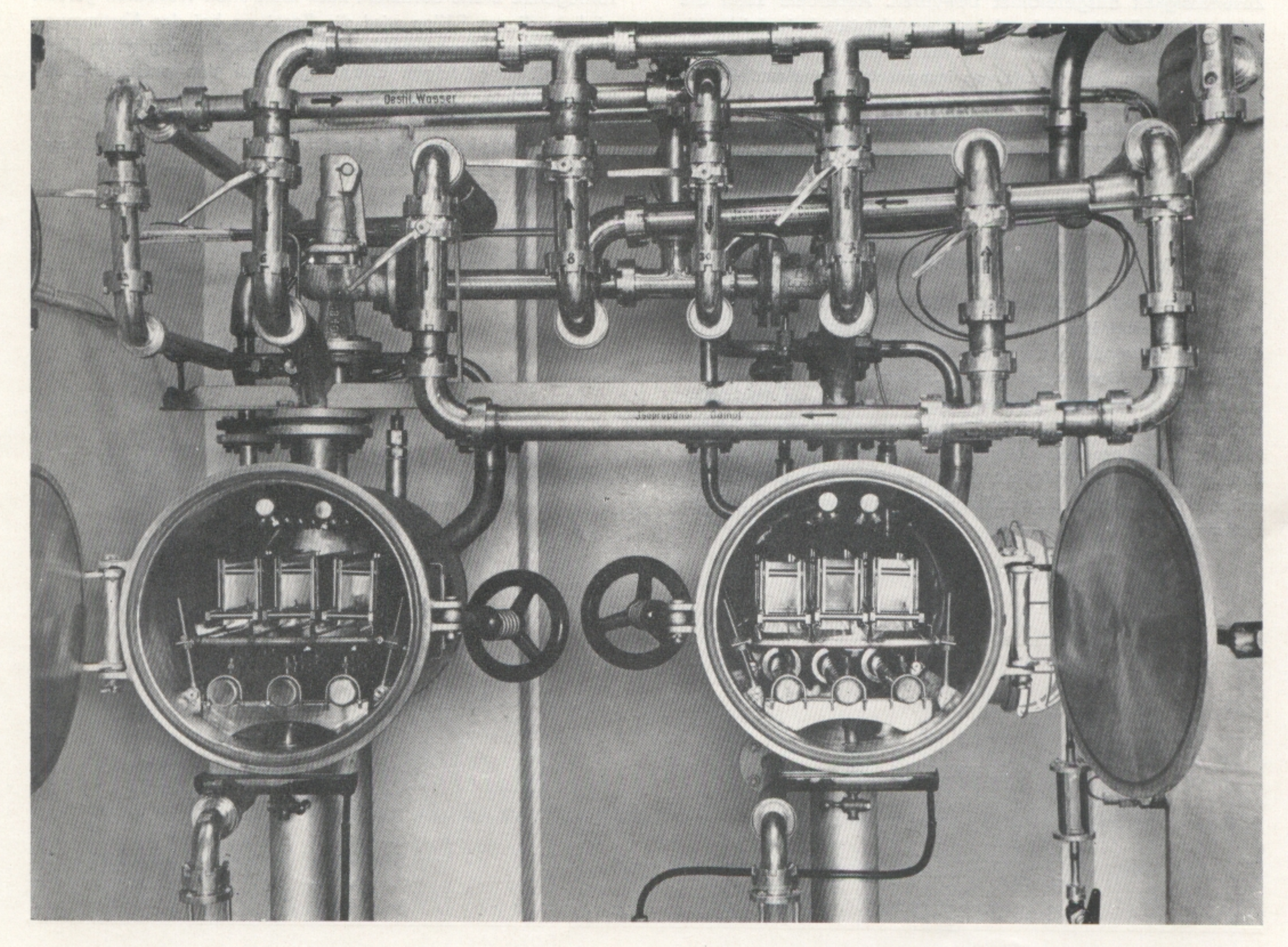
- bei der Realisierung hoher Widerstandswerte
- bei hoher thermischer und elektrischer Belastung

bietet.

Im Kombinat VEB Keramische Werke Hermsdorf wurde durch den Einsatz hochproduktiver Dünnfilm-Anlagen die Voraussetzung dafür geschaffen, daß die Herstellung von integrierten Widerstandsnetzwerken in Dünnfilmtechnik und Dickschichttechnik gleich wirtschaftlich ist. Die für die Realisierung auszuwählende technologische Variante ist deshalb nur noch von den technischen Bedingungen des speziellen Anwendungsfalles abhängig.

Integrierte Widerstandsnetzwerke haben gegenüber der äquivalenten Schaltung aus diskreten Widerständen einige besondere Eigenschaften, die für bestimmte Anwendungsfälle vorteilhaft genutzt werden können. Sie leiten sich aus der Herstellungstechnologie ab. Die Kenntnis dieser Technologie ermöglicht es dem Anwender, die Vorzüge der integrierten Widerstandsnetzwerke bereits im Verlauf der Projektierung seines Einsatzfalles auszunutzen, um dadurch die Gebrauchswerte der Finalprodukte ohne Erhöhung der Kosten wesentlich zu steigern. Deshalb wird anschließend die Herstellungstechnologie kurz beschrieben. Die Erläuterung einiger Besonderheiten dient zum Verständnis spezieller Bauelemente-Eigenschaften.

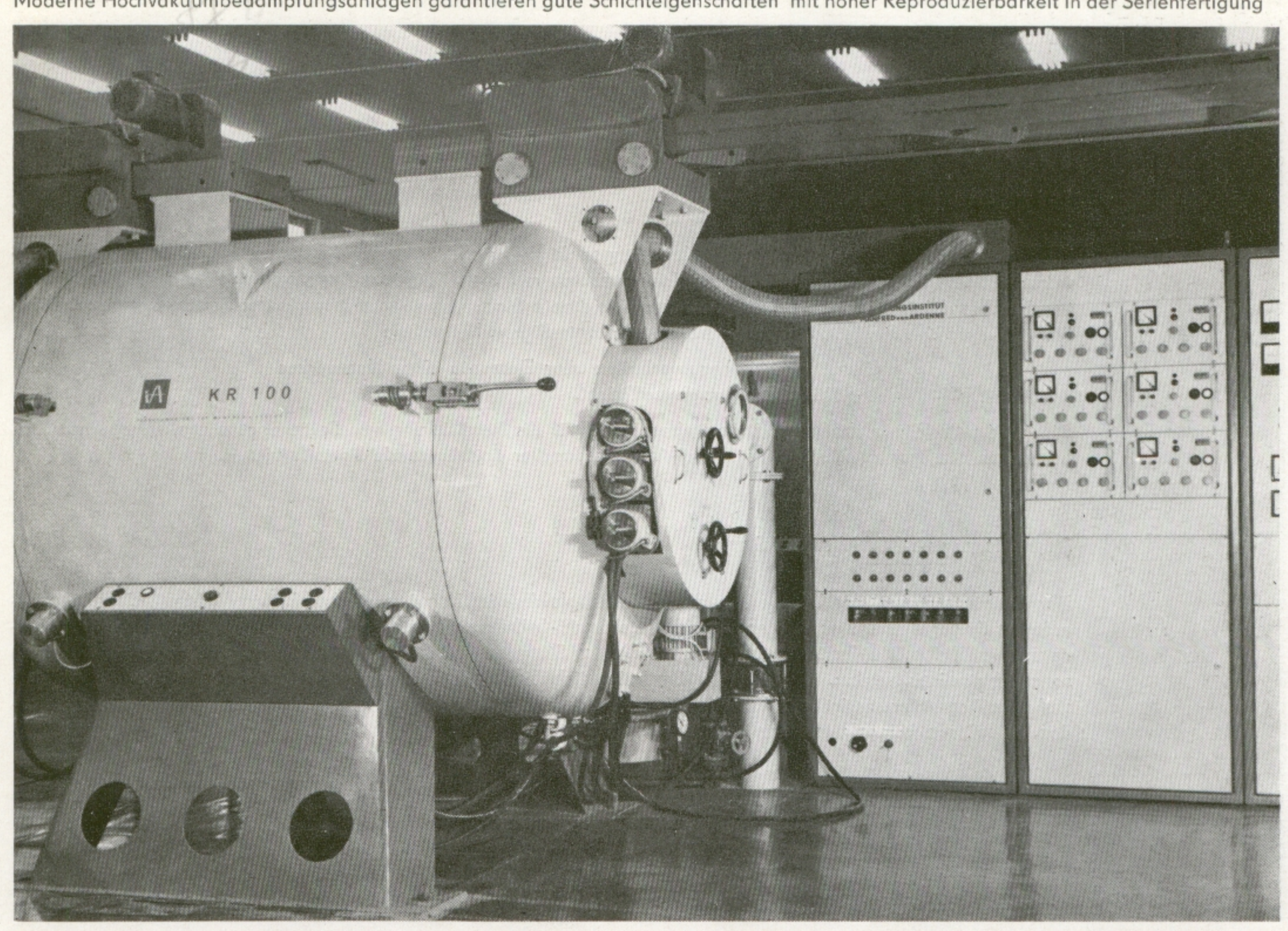
In dieser automatischen Substratreinigungsanlage werden wichtige Voraussetzungen für die hohe Qualität unserer Schichtsysteme geschaffen



TECHNOLOGIE – ÜBERSICHT

<table>
<tr><th>Dünnfilmtechnik</th><th>Dickschichttechnik</th></tr>
<tr><td>Aufdampfen der Widerstandsschicht (CrNi)
Aufdampfen der Leiterbahnen und Kontakte
Verzinnen der Leiterbahnen und Kontakte
Elektronenstrahlbearbeiten</td><td>Siebdruck und Einbrennen der Elektroden- und Widerstandspasten
Siebdruck und Einbrennen der Leiterbahn- und Kontaktpasten
Elektronenstrahlabgleich oder Sandstrahlabgleich je nach Pastenart</td></tr>
<tr><td colspan="2">Vereinzeln der bearbeiteten Netzwerke</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sichtkontrolle mit Mikroskop</td></tr>
<tr><td colspan="2">Armieren</td></tr>
<tr><td colspan="2">Umhüllen</td></tr>
<tr><td colspan="2">Codieren</td></tr>
<tr><td colspan="2">Messen der Schaltkreise</td></tr>
<tr><td colspan="2">Qualitätskontrolle</td></tr>
</table>

Moderne Hochvakuumbedampfungsanlagen garantieren gute Schichteigenschaften mit hoher Reproduzierbarkeit in der Serienfertigung





Die Steuergeräte für die automatischen Elektronenstrahl-Bearbeitungsanlagen enthalten die Systeme für die Programmsteuerung und gestatten die simultane Überwachung der Bearbeitung am Monitor-Bildschirm

Einige Besonderheiten der Technologie

Bedampfung

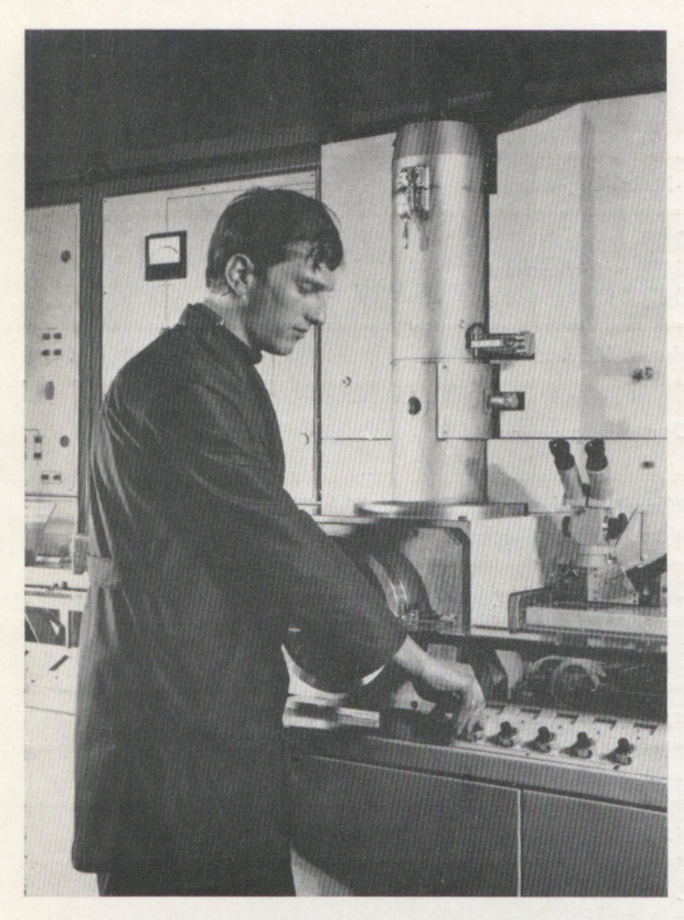
In speziell entwickelten Hochvakuum-Bedampfungsanlagen werden gleichzeitig bis zu 10 000 Widerstandsnetzwerke bedampft. Durch die Anwendung einer gezielten reaktiven Rotations-Bedampfung haben die kondensierten Schichten eine gute Homogenität und ausgezeichnete Stabilitätseigenschaften in der Serienproduktion. Diese Herstellungsweise beeinflußt wesentliche Bauelemente-Eigenschaften wie

- gleichzeitiges Alterungsverhalten aller Elemente eines Netzwerkes
- einheitlicher Temperaturkoeffizient.

Die genannten Eigenschaften können insbesondere für die Realisierung von Spannungsteilern, Dämpfungsnetzwerken und Referenzelementen für Digital-Analog-Wandler entscheidende Vorteile bieten.

Strukturierung und Schichtbearbeitung

Der komplexe Prozeß der Strukturierung und des Abgleichs wird in automatischen Elektronenstrahl-Bearbeitungsanlagen durchgeführt. Eine elektronisch geführte Strahl-Selbstpositionierung sichert exakten Verlauf der Abgleichspuren und hohe Gleichmäßigkeit der Netzwerke. Im Steuergerät der Anlage können die Sollwerte der Elemente so programmiert werden, daß für die Genauigkeitsklasse 0,1 % der gesamte nutzbare Wertebereich praktisch stufenlos überstrichen wird. Damit kann die Dimensionierung eines Netzwerkes uneingeschränkt optimiert werden, es müssen keine Normwerte beachtet werden.

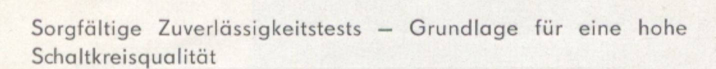


Mit der automatischen Elektronenstrahl-Bearbeitungsanlage können Präzisionswiderstandsnetzwerke der Genauigkeitsklasse ± 0,1 % in weniger als 1 s strukturiert und abgeglichen werden



Eine 100%ige optische Kontrolle der Schaltkreise sichert eine hohe Qualität und Zuverlässigkeit unserer Widerstandsnetzwerke

Sorgfältige Zuverlässigkeitstests — Grundlage für eine hohe Schaltkreisqualität

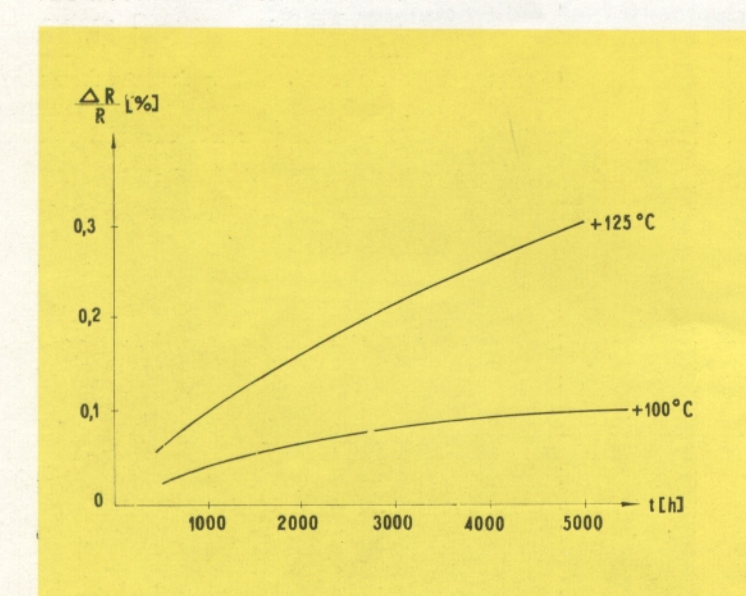


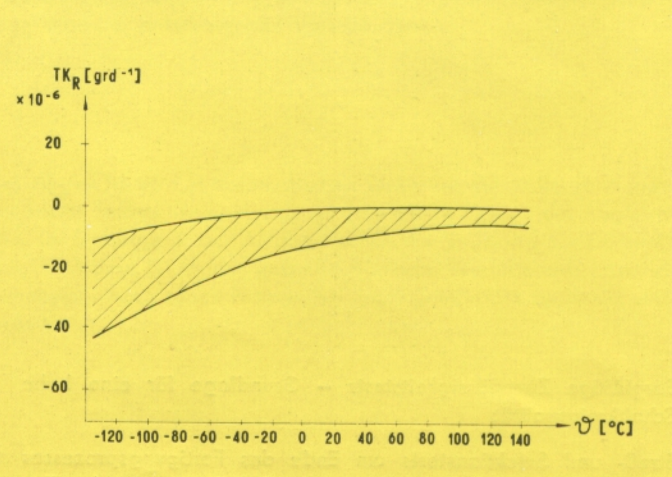
Streß- und Selektionstests am Ende des Fertigungsprozesses sichern, daß nur Schaltkreise mit guter Stabilität und hoher Zuverlässigkeit ausgeliefert werden

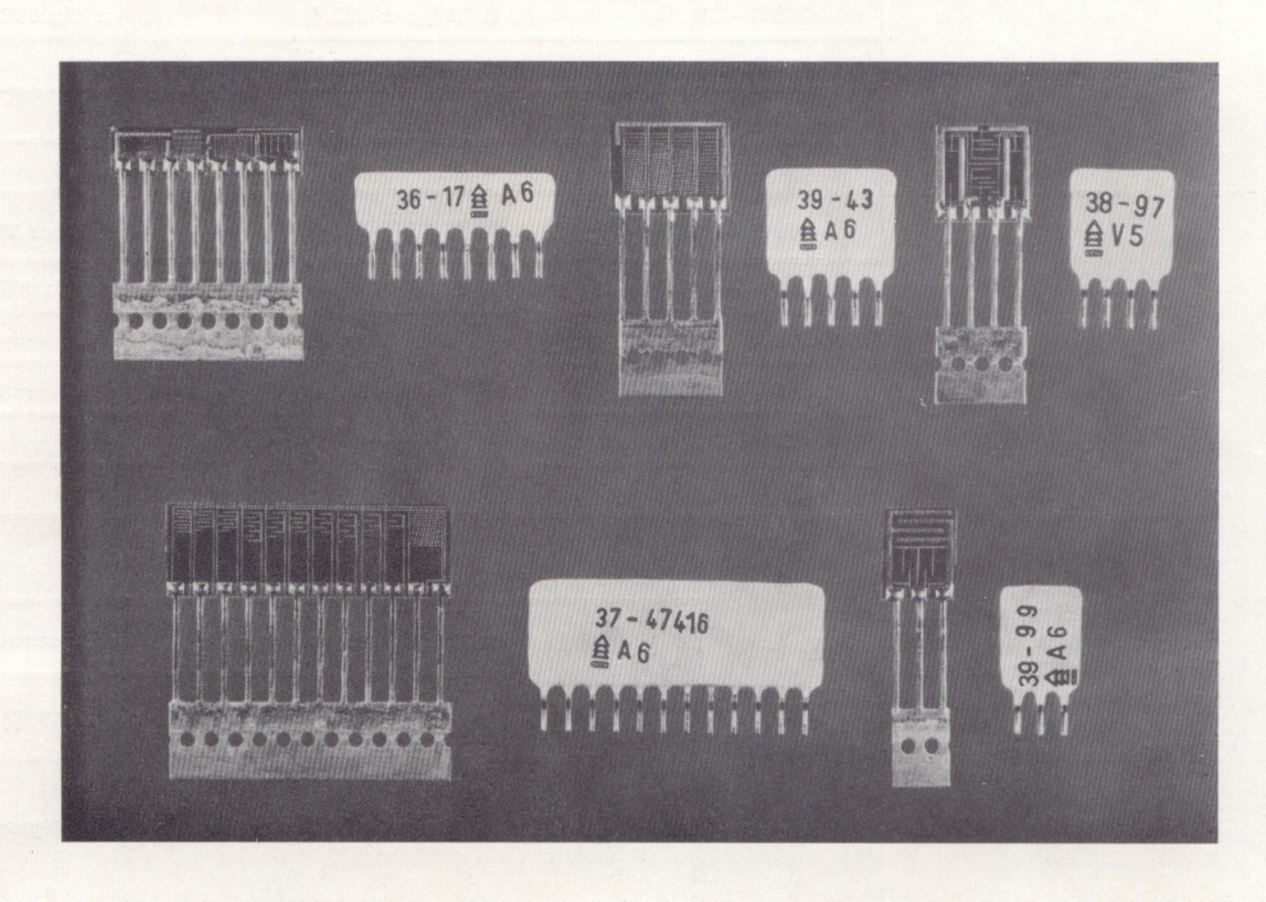


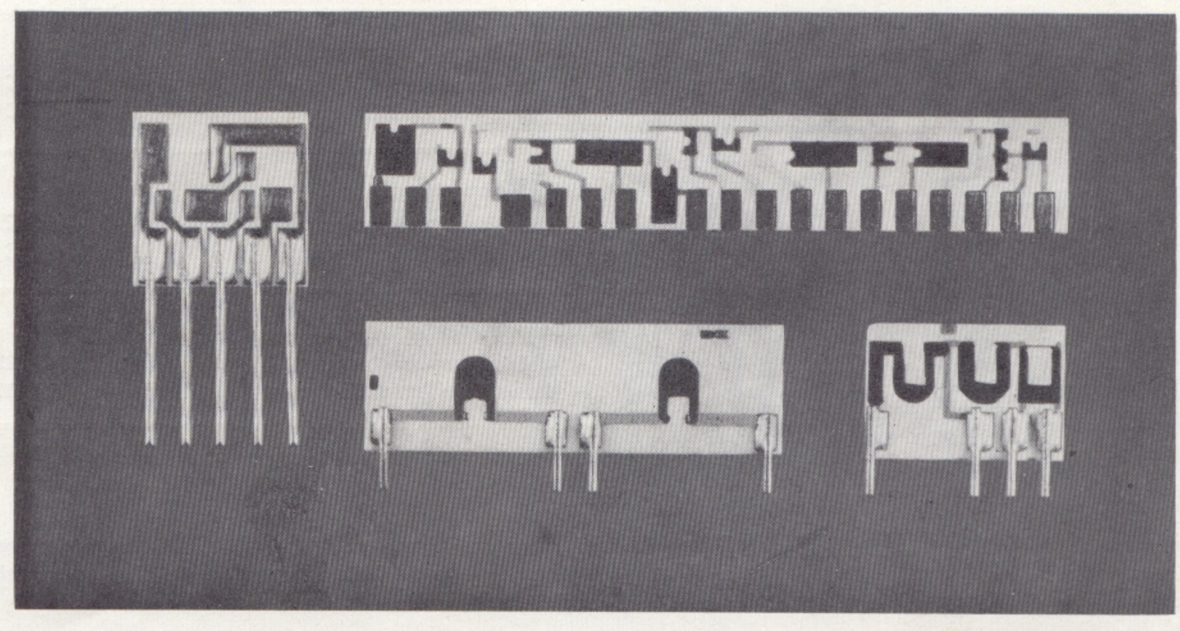
Technische Parameter der Schichtsysteme

Dünnfilmtechnik	
Widerstandsschicht	Chrom-Nickel-Legierung
Flächenwiderstand	20 Ω/□ 200 Ω/□ Vorzugswert 1 000 Ω/□
Leiterbahnen und Kontaktschichten	verzinnbares Mischschichtsystem
Stabilität	siehe Darstellung $\frac{\Delta R}{R} = f(t)$
Belastbarkeit	5 mW/mm² wirksamer Widerstandsfläche 100 mW/cm² Substratfläche
Temperaturabhängigkeit	siehe Darstellung $TK_R = f(\vartheta)$
Dickschichttechnik	
Widerstandsschicht	Pastensysteme I; II und III aus Pt; IrO_2; PdO; Ru; RuO_2
Flächenwiderstand	Bereich 40 Ω/□ bis 1 MΩ/□
Leiterbahnen und Kontaktschichten	Pastensysteme aus Ag; PdAg; Au; PtAu
Stabilität (Nennlast; 70 °C; 1 000 h)	$\frac{\Delta R}{R} \leqq \pm 0{,}5\,\%$
Belastbarkeit der wirksamen Widerstandsfläche	System I (10 Ω–50 kΩ) 50 mW/mm² System II (3 kΩ–3 MΩ) 10 mW/mm² System III (250 kΩ–10 MΩ) 150 mW/mm²






36-17 A6
39-43 A6
38-97 V5
37-47416 A6
39-99 A6



Hauptkennwerte

Widerstandswerte, Toleranzen, TK_R

Der realisierbare Widerstands-Wertebereich, die Toleranzen der Widerstands-Nennwerte und die erreichbaren Temperaturkoeffizienten werden in der folgenden Tabelle in ihrer natürlichen, physikalisch-chemisch begründeten Abhängigkeit voneinander aufgeführt.

Anwendungsbereich	Wertebereich	Toleranzen	max. Temperaturkoeffizient TK_R in 10^{-6}/grd
Präzisionsanwendungen	1 kΩ–100 kΩ	± 0,02 %; ± 0,05 %	± 10; ± 15; ± 25
	200 Ω –200 kΩ	± 0,1 %; ± 0,25 %	± 25; ± 50
	30 Ω –500 kΩ	± 0,25 %; ± 0,5 %; ± 1 %	± 50
	20 Ω –750 kΩ	± 0,5 %	± 100
	5 Ω – 10 MΩ	± 1 %	± 100
Industrielle Anwendungen (wirtschaftlich günstiger)	50 Ω –750 kΩ	± 0,1 %; ± 0,25 % ± 0,5 %; ± 1 %; ± 2 %	± 25; ± 50; ± 100
	10 Ω – 10 MΩ	≧ ± 2 %	± 100; ± 200
	10 Ω – 50 kΩ	± 2 %; ± 5 % ± 10 %; ± 20 %	– 500 · · · + 400
	3 kΩ– 3 MΩ		– 200 · · · + 200
	13 kΩ– 3 MΩ		– 400 · · · + 200
	250 kΩ– 10 MΩ		± 100

Aus der Herstellungsweise resultiert eine geringe Differenz der TK_R-Werte der Einzelelemente eines integrierten Widerstandsnetzwerkes. Für diese als Δ TK oder „tracking" bezeichnete Eigenschaft sind folgende Werte typisch:

	industrielle Anwendungen	Präzisionsanwendungen
ΔTK_R (tracking)	25 · · · 100 · 10^{-6}/grd	5 · · · 25 · 10^{-6}/grd

Die Werte sind abhängig von den Widerstandswerten der beteiligten Elemente.

Betriebstemperaturbereich Präzisionsanwendungen Industrielle Anwendungen	 –40 °C bis +100 °C –25 °C bis + 70 °C
Grenztemperaturen Präzisionsanwendungen Industrielle Anwendungen	 –55 °C bis 125 °C –40 °C bis 85 °C
Klimaprüfklasse Präzisionsanwendungen Industrielle Anwendungen	 55 / 125 / 21 40 / 085 / 21

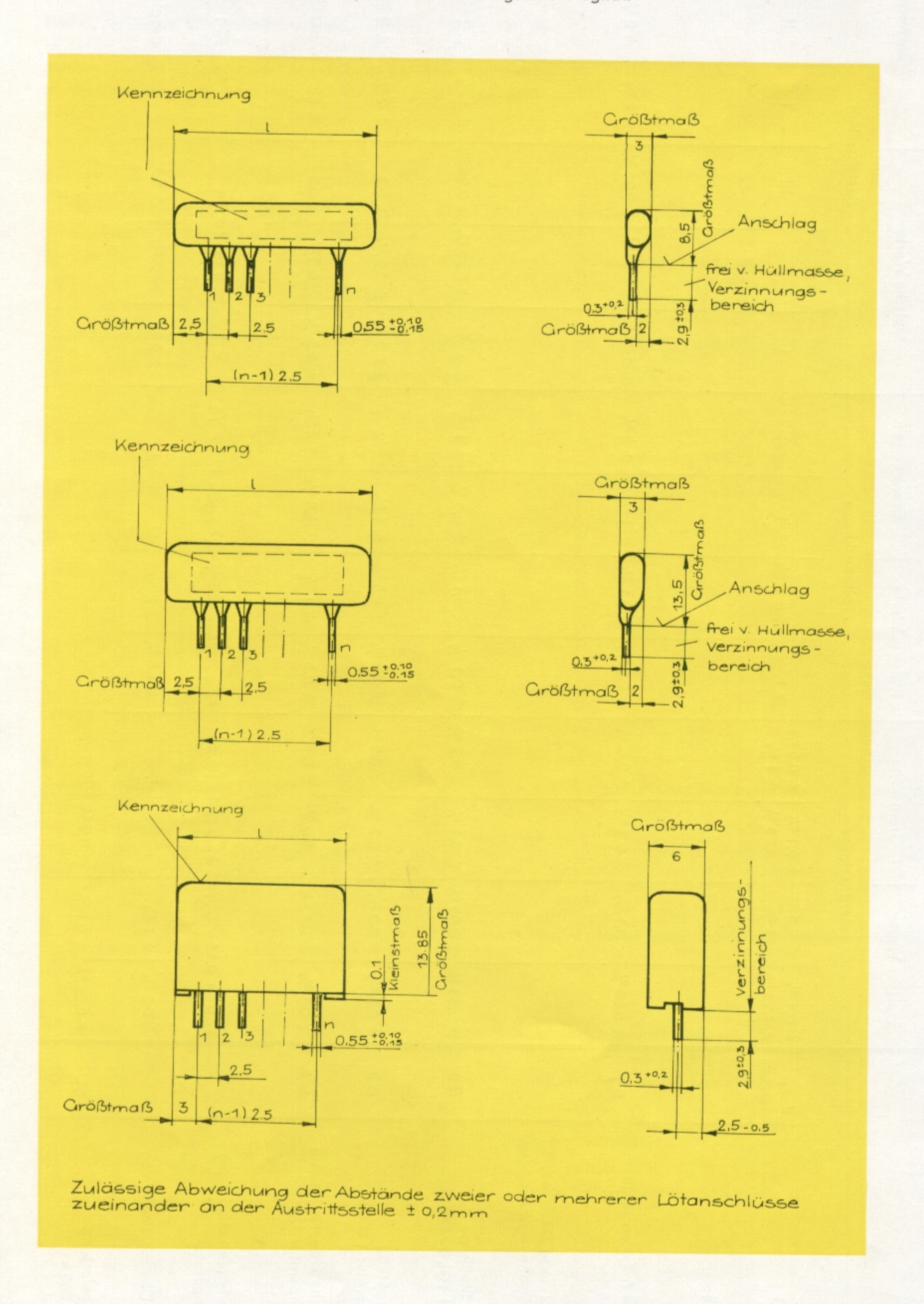
Stabilität

Typische Werte und Grenzwerte nach TGL 29 950 (Garantiewerte) für die Stabilität der Widerstandswerte bei Prüfbeanspruchungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Technologische Variante		Dünnfilmtechnik								Dickschichttechnik					
		Präzisionsanwendungen				Industrielle Anwendungen									
		typische Werte		Grenzwerte		typische Werte		Grenzwerte		typische Werte			Grenzwerte		
		Toleranzklasse				Toleranzklasse				Pastensystem					
Beanspruchungsart	Kurz-zeichen	± 0,1 % ± 0,25 %	± 0,5 % ± 1 %	± 0,1 % ± 0,25 %	± 0,5 % ± 1 %	± 1 %	≧ ± 2 %	± 1 %	≧ ± 2 %	I	II	III	I	II	III
Thermischer Schock 280 °C 3 s															
Temperaturwechsel 5 Zyklen je 30 min Grenztemperaturen	B 1	± 0,05 %	± 0,1 %	± 0,2 %	± 0,5 %	± 0,1 %	± 0,1 %	± 1 %	± 2 %	± 0,25 %	± 0,25 %	± 0,25 %	± 2 %	± 2 %	± 2 %
Feuchte Wärme 21 Tage Db 40 od. Ca TGL 9206 anschl. Spannungsbelastung															
Schwingung oder Stoßfolge TGL 200-0057 und TGL 29 950	B 2	± 0,03 %	± 0,05 %	± 0,1 %	± 0,2 %	± 0,1 %	± 0,1 %	± 0,5 %	± 1 %	± 0,25 %	± 0,25 %	± 0,25 %	± 1 %	± 1 %	± 1 %
Hochtemperaturlagerung obere Grenztemperatur 1 000 h	B 3	± 0,1 %	± 0,2 %	± 0,2 %	± 0,5 %	± 0,3 %	± 0,5 %	± 1 %	± 2 %	± 0,2 %	± 0,2 %	± 0,2 %	± 2 %	± 2 %	± 2 %
Elektrisch-thermische Dauerbelastung obere Betriebstemperatur Nennlast 1 000 h	B 4	± 0,1 %	± 0,15 %	± 0,2 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 1 %	± 1,5 %	± 2 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 1 %	± 2 %	± 1 %
Zuverlässigkeits-Informationsprüfung obere Betriebstemperatur Nennlast 2 500 h	C	$\lambda_{P60} = 0{,}15 \cdot 10^{-5}/h$		$\lambda_{P60} \leqq 1 \cdot 10^{-5}/h$		$\lambda_{P60} = 0{,}25 \cdot 10^{-5}/h$		$\lambda_{P60} \leqq 1 \cdot 10^{-5}/h$		$\lambda_{P60} \leqq 0{,}25 \cdot 10^{-5}/h$			$\lambda_{P60} \leqq 1 \cdot 10^{-5}/h$		
Ausfallkriterium: Überschreitung von		± 0,3 %	± 1 %	desgl.		± 1,5 %	± 2 %	desgl.		± 2 %	± 2 %	± 2 %	desgl.		
Dauertemperaturbelastung 55 °C Nennlast 5 000 h	D	± 0,08 %	± 0,1 %	± 0,2 %	± 0,5 %										

Bauformen

Die integrierten Widerstandsnetzwerke werden vorzugsweise als tauchumhüllte Bauelemente hergestellt. Eine Lieferung im Metallbecher ist für spezielle Anwendungsfälle möglich.



Anzahl der Lötanschlüsse	3	4	5	6	8	10	12
l (Größtmaß)	10,0	12,5	15,0	17,5	22,5	27,5	32,5

IWN mit n = 5 nur in tauchumhüllter Ausführung   Abmessungen in mm

Kennzeichnung

Auf die integrierten Widerstandsnetzwerke wird ein Zahlen-Code als Kennzeichnung aufgedruckt. Ab 1976 sind dies im Normalfall 4 Ziffern, die eine laufende Numerierung der Typen darstellen.

Wird eine Unterscheidung eines Grundtyps nach Temperaturkoeffizient und/oder Toleranz erforderlich, so werden bis zu 6 Ziffern verwendet.

1.–4. Ziffer Typen-Numerierung

5. Ziffer für TK_R

1	$\pm$ 100 · 10^{-6}/grd
2	$\pm$ 50 · 10^{-6}/grd
3	$\pm$ 25 · 10^{-6}/grd
4	$\pm$ 15 · 10^{-6}/grd
5	$\pm$ 10 · 10^{-6}/grd
6	$\pm$ 200 · 10^{-6}/grd
9	Sonderforderungen

6. Ziffer für Toleranz

Ziffer	Widerstandstoleranz in %	Dämpfungstoleranz in dB
1	± 0,02	–
2	± 0,05	–
3	± 0,1	± 0,01
4	± 0,25	± 0,02
5	± 0,5	± 0,05
6	± 1	± 0,1
7	± 2	± 0,2
8	± 5	± 0,25
9	Sonderforderungen z. B.: gemischte Toleranzen	Sonderforderungen

Verarbeitungshinweise

Um die Funktionsfähigkeit und das gute Langzeitverhalten der integrierten Widerstandsnetzwerke nicht zu beeinträchtigen, sind folgende Verarbeitungsbedingungen einzuhalten

Löten

Flußmittel darf nur auf die Anschlußarmaturen aufgebracht werden.

Maschinelles Löten

Löttemperatur max. 250 °C

Lötzeit
max. 3 s bei Einebenen-Leiterplatten
max. 5 s bei Zweiebenen-Leiterplatten
max. 8 s bei Mehrebenen-Leiterplatten

Kolbenlöten

Der Einsatz temperaturgeregelter Lötkolben ist zweckmäßig.

Löttemperatur max. 250 °C
Lötzeit max. 3 s

Ein einmaliges Nachlöten unter den angegebenen Bedingungen ist nach einer Abkühlzeit von 1 Minute möglich.

Waschen

Die integrierten Widerstandsnetzwerke dürfen zur Beseitigung von Verunreinigungen z. B. vom Lötprozeß in aliphatischen Alkoholen bzw. deren Gemischen oder in Gemischen aus Fluorkohlenwasserstoffen (Freon) gewaschen werden.

Waschzeit max. 2 Minuten

Falls erforderlich, kann der Waschprozeß nach einer Wartezeit von 30 Minuten einmal wiederholt werden.

Lieferqualität

Die ständige Qualitätskontrolle durch das Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung (ASMW) sichert eine gleichbleibend hohe Lieferqualität. Ein innerbetriebliches Qualitätssicherungssystem schafft im technologischen Ablauf die notwendigen Voraussetzungen für eine stabile Qualitätslage.

Die erreichte hohe Qualität der integrierten Widerstandsnetzwerke wird durch die Zuerkennung des Gütezeichens „Q" als höchstes staatliches Qualitätszeichen und durch Goldmedaillen zur Leipziger Messe bestätigt.

Die Lieferung der Erzeugnisse geschieht nach den Vorschriften der gültigen Standards

TGL 29 948	Bauformen/Abmessungen
TGL 29 950	Technische Forderungen
	Prüfung, Lieferung
	Hauptkennwerte, Bezeichnung

Spezielle technische Kennwerte werden in „Technischen Lieferbedingungen" (TB) vereinbart.

AQL- bzw. p_α-Werte für die Qualitätsabnahme

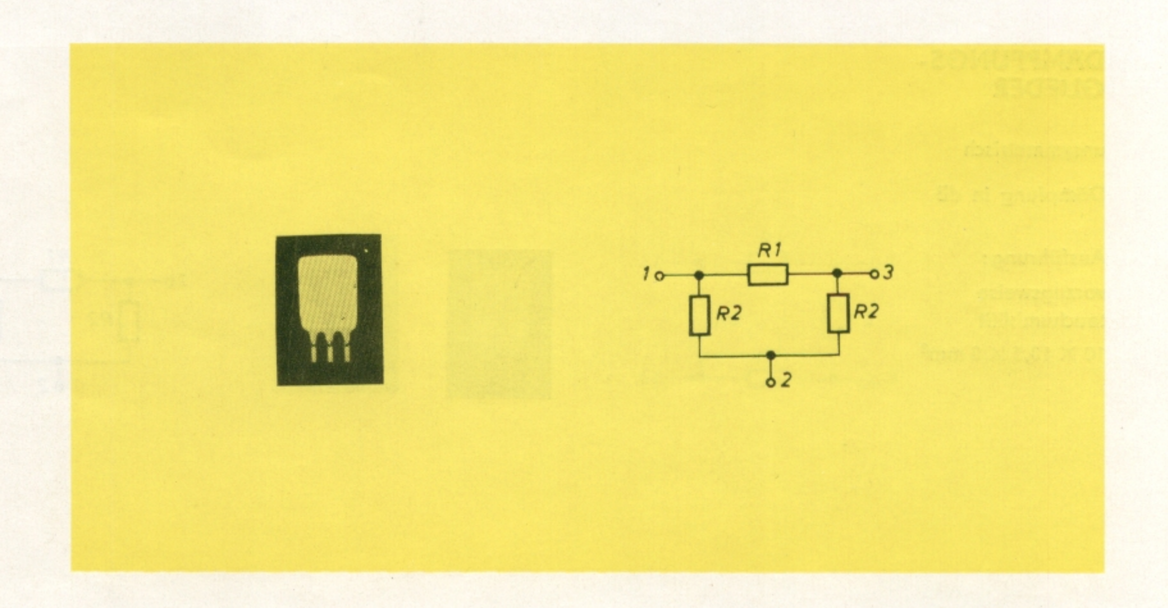
Qualitätsabnahmeprüfung	Kurzzeichen	Fehlerart	p_α-Werte	
			Präzisionsanwendungen	Industrielle Anwendungen
Elektrische Kennwerte	A 1	kritische Fehler Nebenfehler	0,15 1,5	0,25 2,5
Temperaturkoeffizient	A 1	kritische Fehler Nebenfehler	1,5 2,5	1,5 4
Abmessungen, äußere Beschaffenheit, Wischfestigkeit der Kennzeichnung	A 2.1	kritische Fehler Nebenfehler	0,15 1,5	0,25 4
Biegefestigkeit, Zugfestigkeit	A 2.2		4	4
Lötbarkeit	A 2.3		2,5	2,5

DÄMPFUNGS-GLIEDER

unsymmetrisch

Dämpfung in Neper

Ausführung:
vorzugsweise
tauchumhüllt
10 × 13,5 × 3 mm³



Erzeugnisnummer	Codierung	Dämpfung in Np	Dämpfungstoleranz in Np	Wellenwiderstand in Ω	Max. Eingangsspannung in V (bei Ra = Z)
4531.8-1141.46	31-11	0,05	± 0,005	75	4,0
4531.8-1241.46	31-12	0,1	± 0,005	75	4,0
4531.8-1441.56	31-14	0,2	± 0,01	75	3,0
4531.8-1741.56	31-17	0,4	± 0,01	75	3,0
4531.8-2241.66	31-22	0,8	± 0,015	75	2,0
4531.8-2341.66	31-23	0,9	± 0,015	75	2,0
4531.8-3141.46	31-31	0,05	± 0,005	150	5,0
4531.8-3241.46	31-32	0,1	± 0,005	150	5,0
4531.8-3441.56	31-34	0,2	± 0,01	150	4,0
4531.8-3641.56	31-36	0,3	± 0,01	150	4,0
4531.8-4241.66	31-42	0,8	± 0,015	150	2,0
4531.8-4341.66	31-43	0,9	± 0,015	150	2,0

Bezeichnungsbeispiel:

Dämpfungsglied 0,4 Np ± 0,01 Np; Z = 75 Ω; tauchumhüllt;
Flachdrahtanschluß Erzeugnisnummer: 4531.8-1741.56

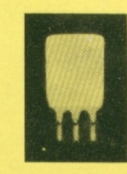
DG 311715 TGL 29 950/10 – B 1-14/3

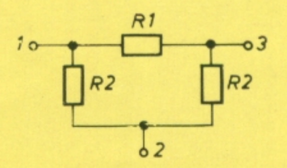
DÄMPFUNGS-GLIEDER

unsymmetrisch

Dämpfung in dB

Ausführung:
vorzugsweise
tauchumhüllt
10 × 13,5 × 3 mm³





Erzeugnisnummer	Codierung	Dämpfung in dB	Dämpfungs-toleranz in dB	Wellen-widerstand in Ω	Max. Eingangs-spannung in V (bei Ra = Z)
4532.8-2341.56	32-23	0,4	± 0,05	75	5,0
4532.8-2441.56	32-24	1	± 0,05	75	4,0
4532.8-2541.56	32-25	2	± 0,05	75	4,0
4532.8-2641.56	32-26	4	± 0,05	75	2,0
4532.8-2741.66	32-27	5	± 0,1	75	2,0
4532.8-2841.76	32-28	10	± 0,2	75	1,5
4532.8-2941.76	32-29	20	± 0,2	75	1,5

Bezeichnungsbeispiel:

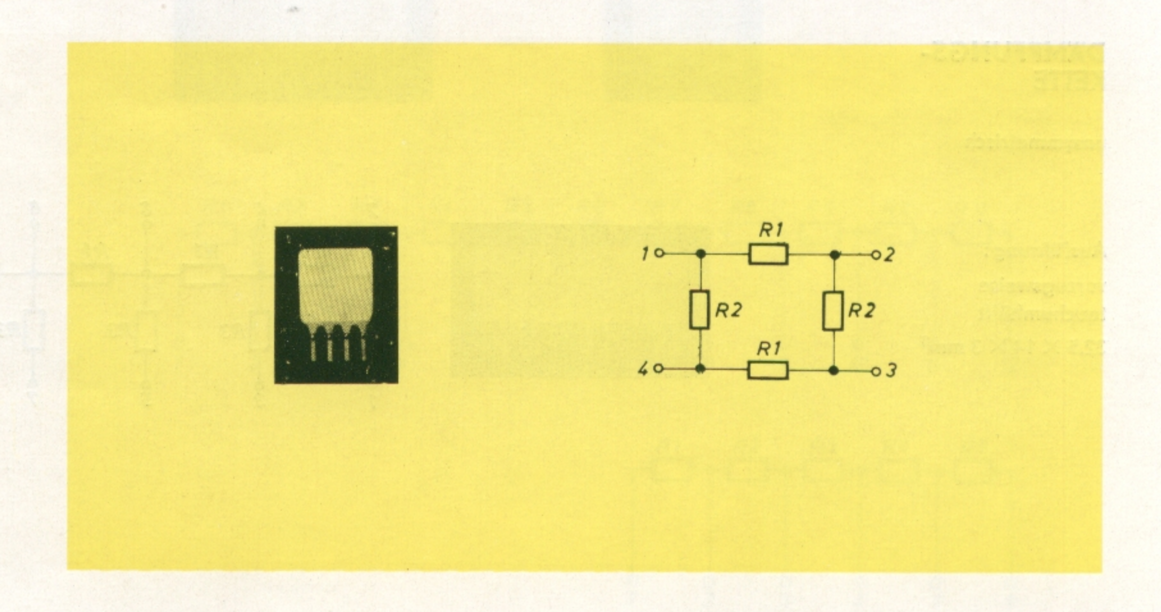
Dämpfungsglied 2 dB ± 0,05 dB; Z = 75 Ω; tauchumhüllt; Flachdrahtanschluß Erzeugnisnummer: 4532.8-2541.56

DG 322515 TGL 29 950/10 – B 1-14/3

DÄMPFUNGS-GLIEDER

symmetrisch

Ausführung:
vorzugsweise
tauchumhüllt
12,5 × 13,5 × 3 mm^3



Erzeugnisnummer	Codierung	Dämpfung in ~~dB~~ Np	Dämpfungs-toleranz in ~~dB~~ Np	Wellen-widerstand in Ω	Max. Eingangs-spannung in V (bei Ra = Z)
4534.8-3241.46	34-32	0,1	± 0,005	600	12
4534.8-3441.56	34-34	0,2	± 0,01	600	6,0
4534.8-3541.56	34-35	0,25	± 0,01	600	6,0
4534.8-3641.56	34-36	0,3	± 0,01	600	6,0
45.34.8-3741.56	34-37	0,4	± 0,01	600	6,0
4534.8-3841.56	34-38	0,5	± 0,01	600	6,0
4534.8-3941.56	34-39	0,6	± 0,01	600	6,0
4534.8-4241.66	34-42	0,8	± 0,015	600	5,0
4534.8-4341.66	34-43	0,9	± 0,015	600	5,0
4534.8-4441.66	34-44	1,0	± 0,015	600	5,0
4534.8-4541.76	34-45	1,5	± 0,02	600	4,0
4534.8-4641.76	34-46	2,0	± 0,02	600	4,0
4534.8-4841.86	34-48	3,0	± 0,025	600	3,0

Bezeichnungsbeispiel:

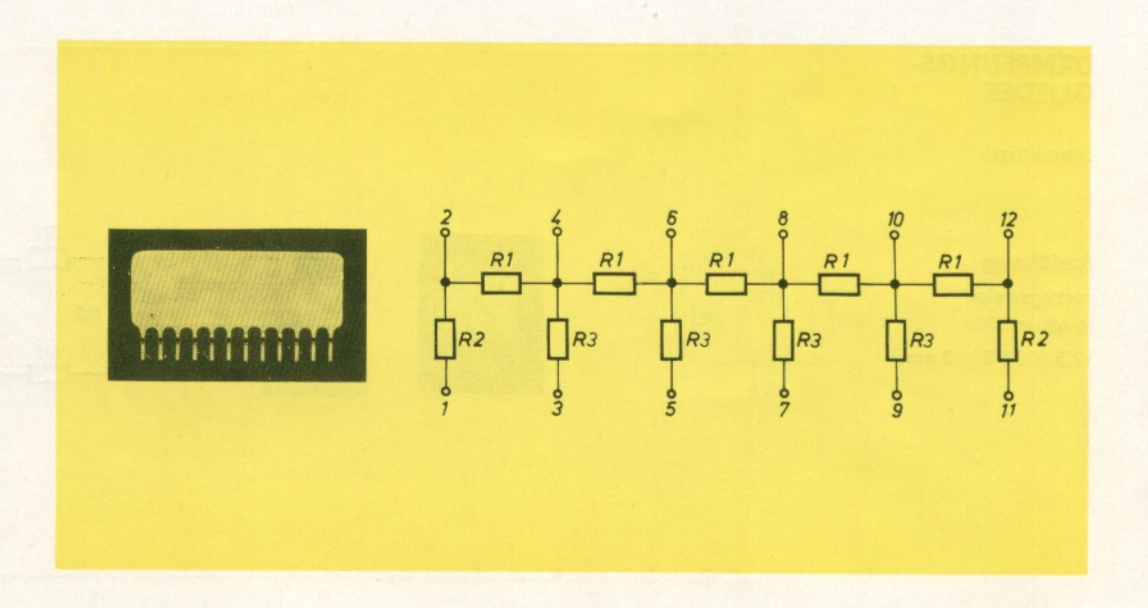
Dämpfungsglied 0,8 Np ± 0,015 Np; Z = 600 Ω; tauchumhüllt; Flachdrahtanschluß Erzeugnisnummer: 4534.8-4241.66

DG 34 42 16 TgL 29 950/10 – B 1-14/4

DÄMPFUNGS-KETTE

unsymmetrisch

Ausführung:
vorzugsweise tauchumhüllt
32,5 × 14 × 3 mm³



Erzeugnisnummer	Codierung	Dämpfung	Dämpfungs-Toleranz pro Stufe in dB	Wellen-widerstand in Ω	Max. Eingangs-spannung in V (bei Ra = Z)
4535.8-6141.36	35-61 413	5 × 1 dB	± 0,01	2 K	24
4535.8-6541.66	35-65 416	5 × 5 dB	± 0,1	22 K	24
4535.8-6641.76	35-66 417	5 × 10 dB	± 0,2	1 K	6
4535.8-6741.56	35-67 415	5 × 10 dB	± 0,05	10 K	24

Bezeichnungsbeispiel:

Dämpfungskette 5 × 5 dB ± 0,1 dB; tauchumhüllt; Flachdrahtanschluß Erzeugnisnummer: 4535.8-6541.66

DK 35 65 16 TGL 29 950/10 – B 1-14/12

SPANNUNGS-TEILER

lineare Stufung

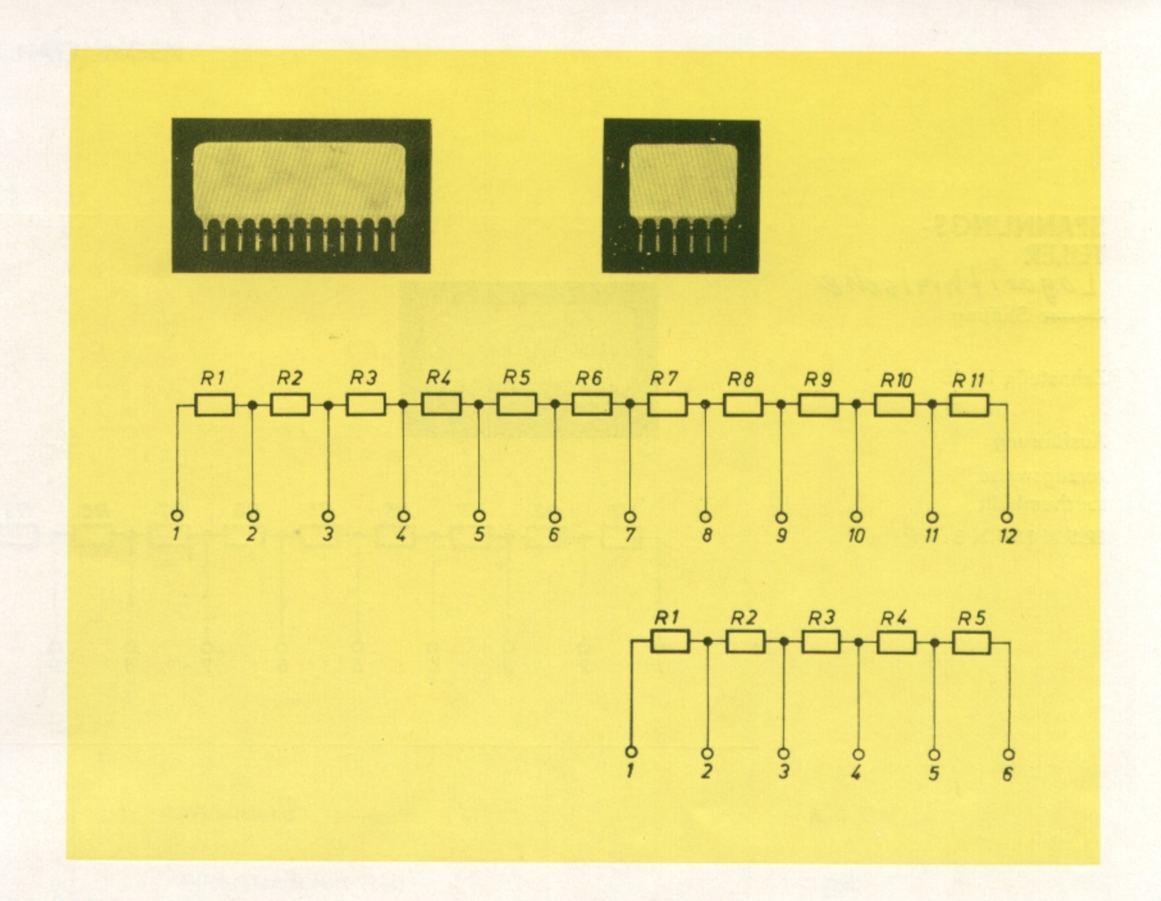
elfstufig

fünfstufig

Ausführung

vorzugsweise tauchumhüllt

32,5 × 13,5 × 3 mm^3
17,5 × 13,5 × 3 mm^3



Erzeugnisnummer	Codierung	Widerstandswert in Ω R 1 = R 2 = ···R 11	Belastbarkeit pro Widerstand in mW	
4537.8-12xy.z6	37-12xyz	15	25	**Anmerkung:**
4537.8-13xy.z6	37-13xyz	22	25	x = 4 tauchumhüllt; 11stufig
4537.8-15xy.z6	37-15xyz	47	25	x = 6 tauchumhüllt; 5stufig
4537.8-19xy.z6	37-19xyz	75	25	x = 2 Metallbecher; 11stufig
4537.8-21xy.z6	37-21xyz	100	25	x = 5 Metallbecher; 5stufig
4537.8-23xy.z6	37-23xyz	220	25	
4537.8-24xy.z6	37-24xyz	330	25	y: TK nach Tabelle Seite 11
4537.8-25xy.z6	37-25xyz	470	25	
4537.8-26xy.z6	37-26xyz	680	25	z: Toleranz nach Tabelle Seite 11
4537.8-28xy.z6	37-28xyz	600	25	
4537.8-31xy.z6	37-31xyz	1 K	25	Empfohlen werden
4537.8-32xy.z6	37-32xyz	1,5 K	25	
4537.8-33xy.z6	37-33xyz	2,2 K	25	1. Variante
4537.8-34xy.z6	37-34xyz	3,3 K	25	Toleranz ≧ 1 %; TK ± 100 · 10^{-6}/grd
4537.8-35xy.z6	37-35xyz	4,7 K	25	11stufiger oder 5stufiger Teiler
4537.8-36xy.z6	37-36xyz	6,8 K	25	2. Variante
4537.8-41xy.z6	37-41xyz	10 K	25	Toleranz ≧ 0,25 %; TK ± 25 · 10^{-6}/grd
4537.8-43xy.z6	37-43xyz	22 K	25	5stufiger Teiler
4537.8-47xy.z6	37-47xyz	51 K	25	

Bezeichnungsbeispiel:

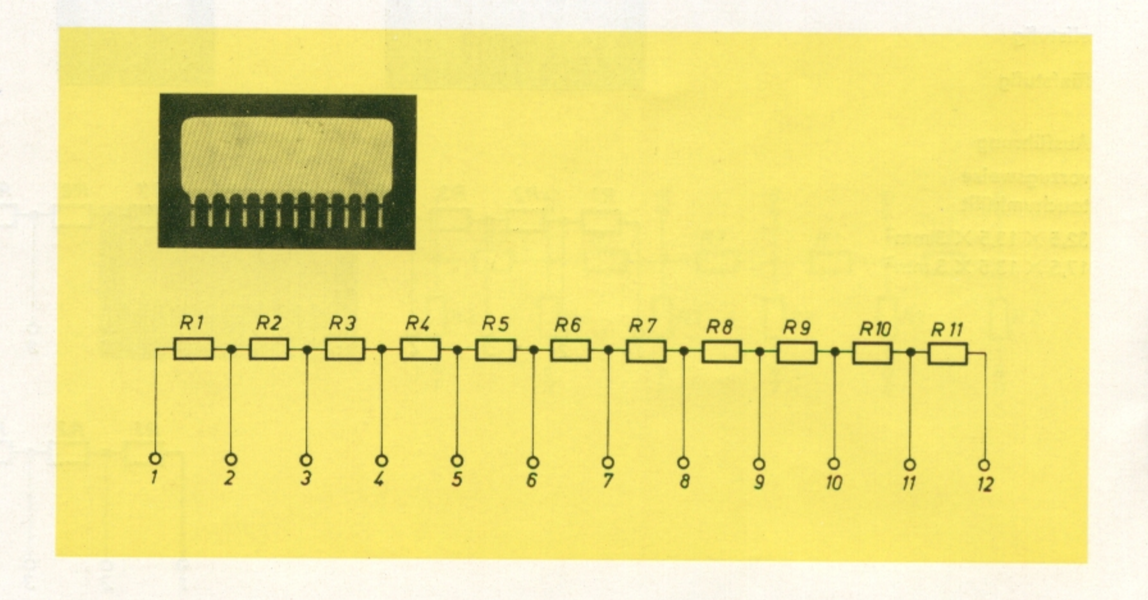
Spannungsteiler, linear 100 Ω ± 1 %; TK 100 · 10^{-6}/grd; 11stufig; tauchumhüllt; Flachdrahtanschluß
Erzeugnisnummer: 4537.8-2141.66
SpTlin 372116 TGL 29 950/07 – B 1-14/12

Spannungsteiler, linear 10 kΩ ± 0,25 %; TK ± 25 · 10^{-6}/grd; 5stufig, tauchumhüllt; Flachdrahtanschluß
Erzeugnisnummer: 4537.8-4163.46
SpTlin 37 41 34 TGL 29 950/07 – B 1-14/6

**SPANNUNGS-
TEILER**
Logarithmische
~~lineare~~ Stufung

Zehnstufig in dB

Ausführung:
vorzugsweise
tauchumhüllt
32,5 × 13,5 × 3 mm^3



Erzeugnisnummer	Codierung	Dämpfung pro Stufe in dB	Dämpfungs- toleranz pro Stufe in dB	Gesamt- widerstand des Teilers in Ω	Max. Eingangs- spannung des Teilers in V
4537.8-5741.46	37-57 414	1	± 0,02	10 K	24
4537.8-5841.66	37-58 416	5	± 0,1	10 K	24

Bezeichnungsbeispiel:

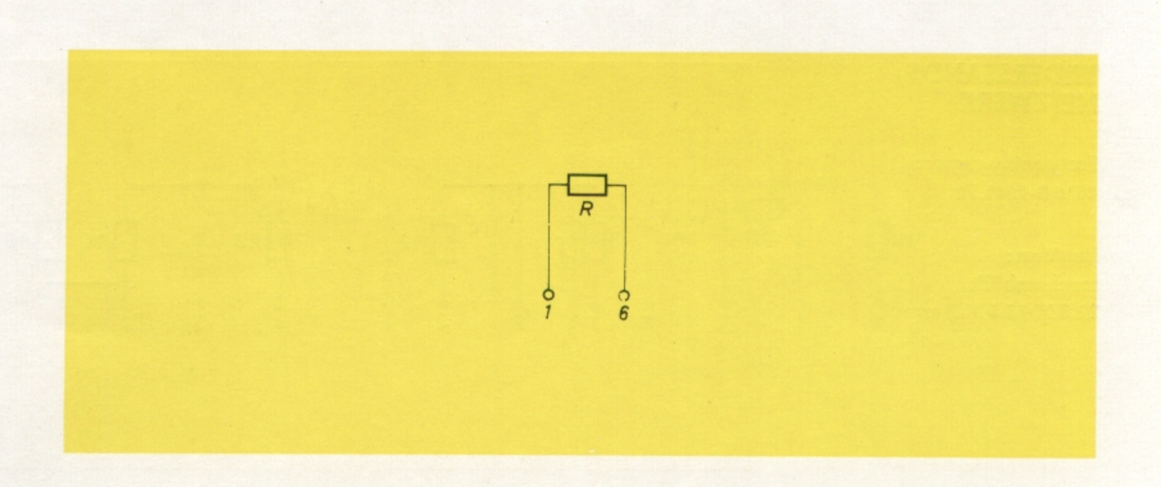
Logarithmischer Spannungsteiler 5 dB ± 0,1 dB; tauchumhüllt;
Flachdrahtanschluß Erzeugnisnummer: 4537.8-5841.66 SpTlg 37 58 16 TGL 29 950/10 – B 1-14/12

EINZEL-WIDERSTAND

Erzeugnisnummer:
4512.8-4242.62

Bauform:
tauchumhüllt
17,5 × 13,5 × 3 mm³

Runddrahtanschluß:
0,6 mm ∅



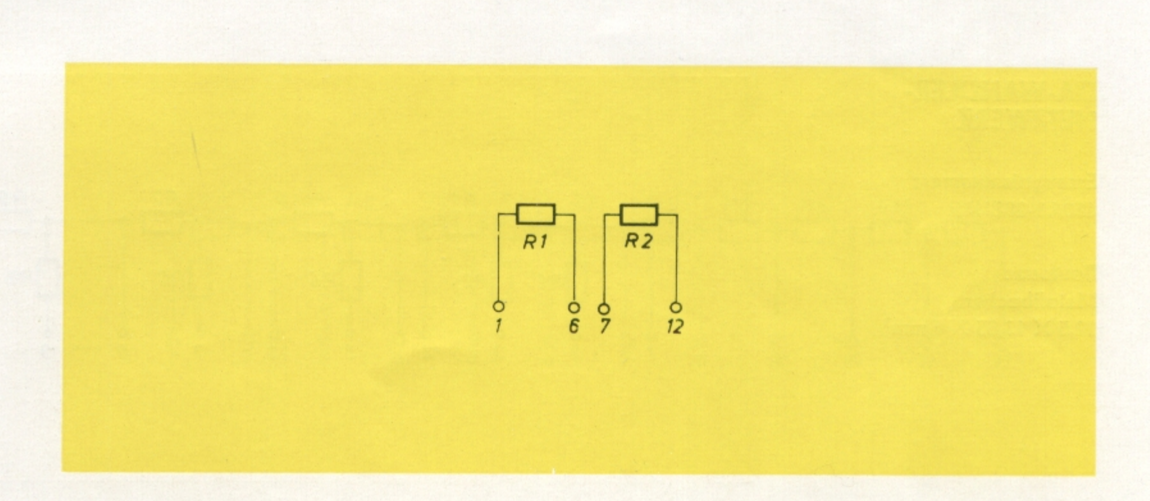
Widerstand	R
Widerstandswert [kΩ]	1 000
Belastbarkeit [mW]	10
Widerstandstoleranz [%]	± 1
TK_R [$\times 10^{-6}$ grd^{-1}]	$\leqq \pm 50$

DOPPEL-WIDERSTAND

Erzeugnisnummer:
4513.8-3949.92

Bauform:
tauchumhüllt
32,5 × 13,5 × 3 mm³

Runddrahtanschluß
0,6 mm ∅



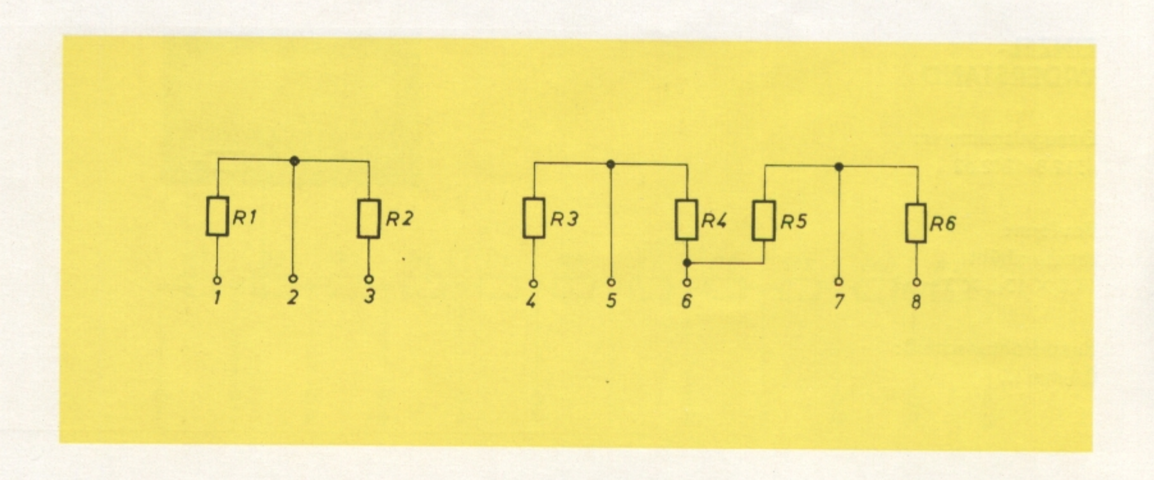
Besonderheiten:
Δ TK $\leqq 100 \cdot 10^{-6}$ grd^{-1}

Widerstand	R 1	R 2
Widerstandswert [kΩ]	5 100	5 100
Belastbarkeit [mW]	5	5
Widerstandstoleranz [%]	± 1,5	
TK_R [$\times 10^{-6}$ grd^{-1}]	$\leqq \pm 200$	

WIDERSTANDS-NETZWERK

Erzeugnisnummer:
4536.8-1641.76

Bauform:
tauchumhüllt
22,5 × 13,5 × 3 mm³

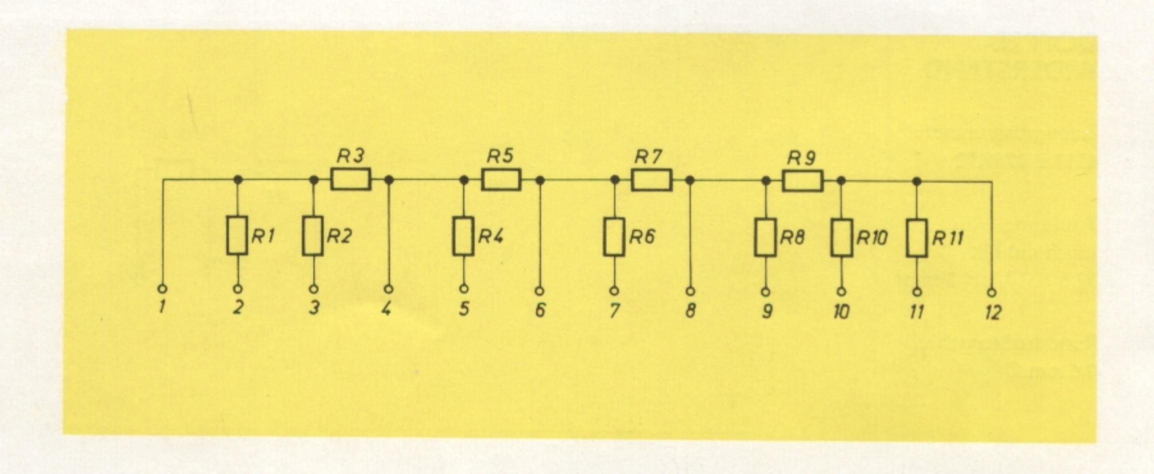


Widerstand	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6
Widerstandswert [kΩ]	1,3	4,1	1,5	0,17	1,5	3,3
Belastbarkeit [mW]	24	8	21	1	21	10
Widerstandstoleranz [%]	± 2					
TK_R [x 10^{-6} grd^{-1}]	≦ ± 100					

DA-WANDLER-NETZWERK

Erzeugnisnummer:
4536.8-2821.46

Bauform:
Metallbecher
32,5 × 13,85 × 6 mm³



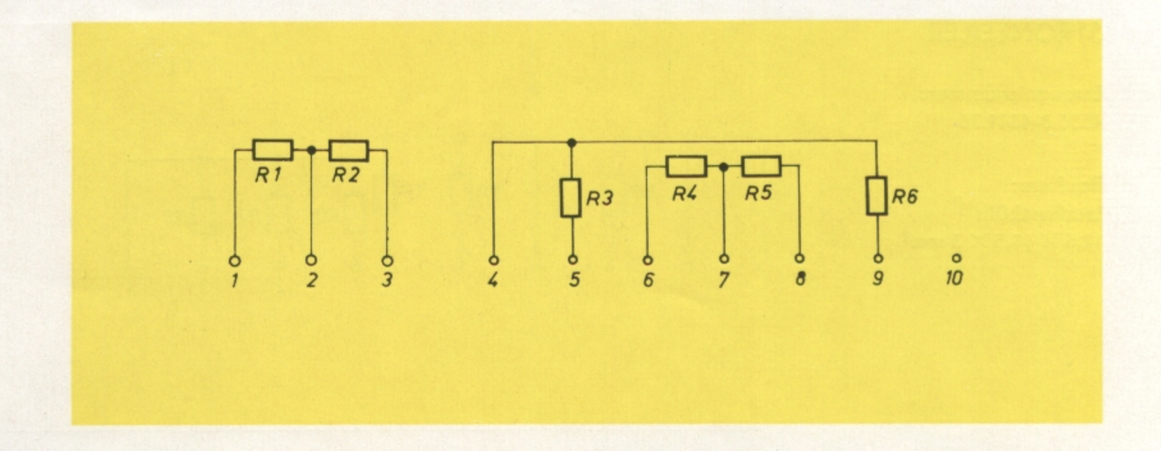
Besonderheit:
Relativtoleranzen zwischen allen Widerständen ≦ 0,2 %

Widerstand	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11
Widerstandswert [kΩ]	3	3	1,5	3	1,5	3	1,5	3	1,5	3	3
Belastbarkeit [mW]	48	10	24	12	10	10	10	10	10	10	10
Widerstandstoleranz [%]	± 0,25										
TK_R [x 10^{-6} grd^{-1}]	≦ ± 100										

WIDERSTANDS-NETZWERK

Erzeugnisnummer:
4536.8-3246.96

Bauform:
tauchumhüllt
27,5 × 10 × 3 mm³

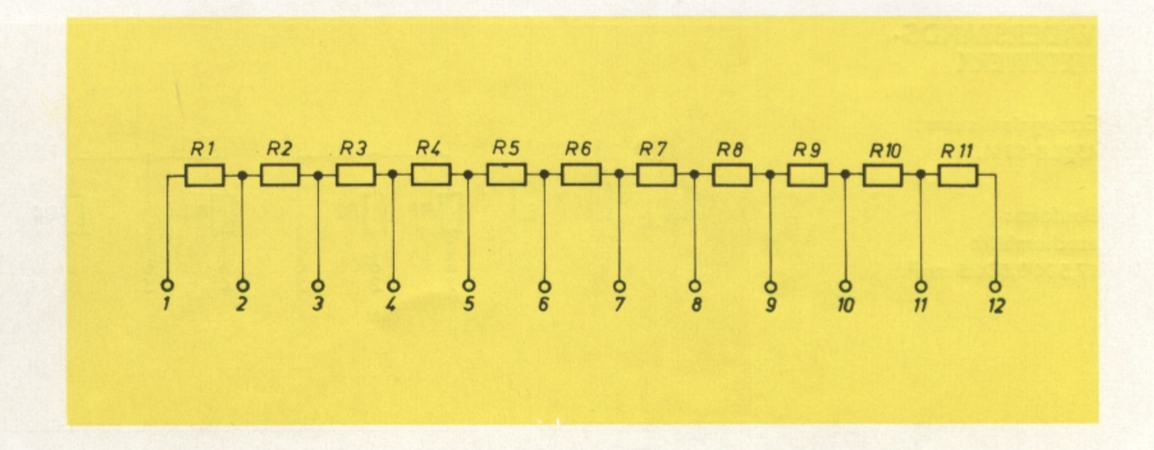


Widerstand	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6
Widerstandswert (kΩ)	15	4,7	1,8	18	1,8	0,56
Belastbarkeit (mW)	2,4	1	4	2,7	1	4
Widerstandstoleranz (%)	± 10					
TK_R ($x\ 10^{-6}\ grd^{-1}$)	≦ ± 200					

LINEARER SPANNUNGSTEILER

Erzeugnisnummer:
4536.8-3941.56

Bauform:
tauchumhüllt
32,5 × 13,5 × 3 mm³

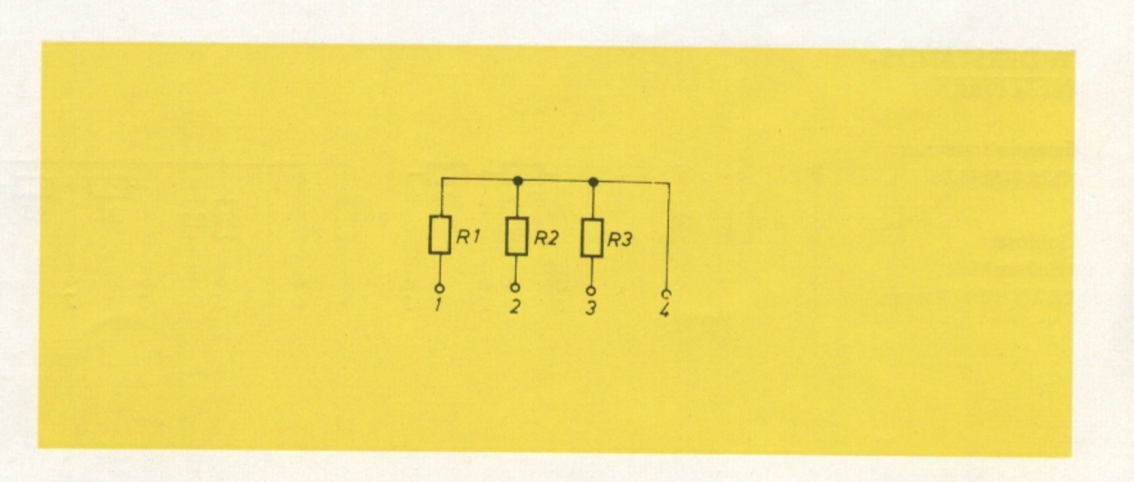


Widerstand	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11
Widerstandswert (kΩ)	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109
Belastbarkeit (mW)	1										
Widerstandstoleranz (%)	± 0,5										
TK_R ($x\ 10^{-6}\ grd^{-1}$)	≦ ± 100										

STROMTEILER

Erzeugnisnummer:
4536.8-4341.76

Bauform:
tauchumhüllt
12,5 × 13,5 × 3 mm³

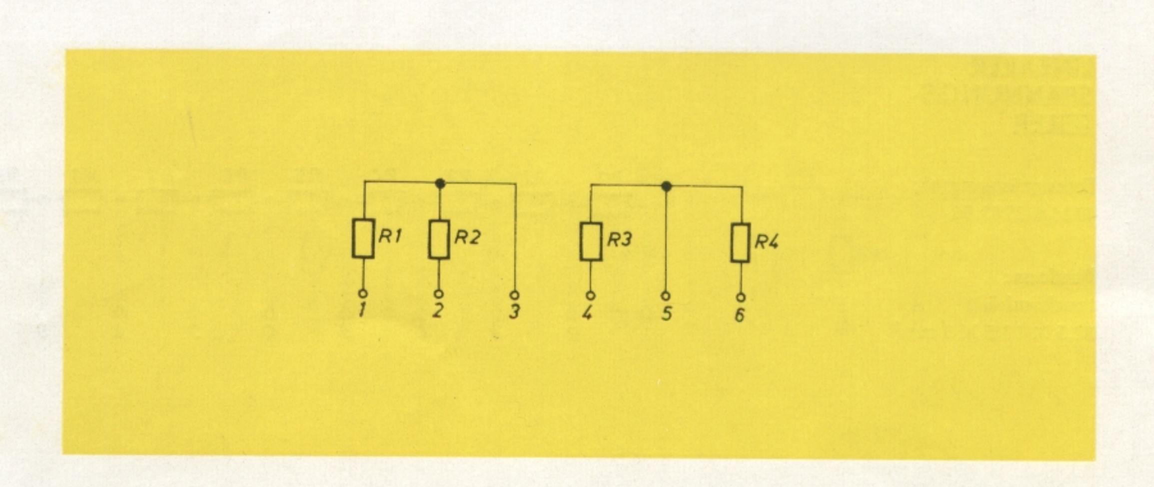


Widerstand	R 1	R 2	R 3
Widerstandswert (kΩ)	10	10	10
Belastbarkeit (mW)	5	5	5
Widerstandstoleranz (%)	± 2		
TK_R (x 10^{-6} grd^{-1})	≦ ± 100		

WIDERSTANDS-NETZWERK

Erzeugnisnummer:
4538.8-8341.76

Bauform:
tauchumhüllt
17,5 × 8,5 × 3 mm³

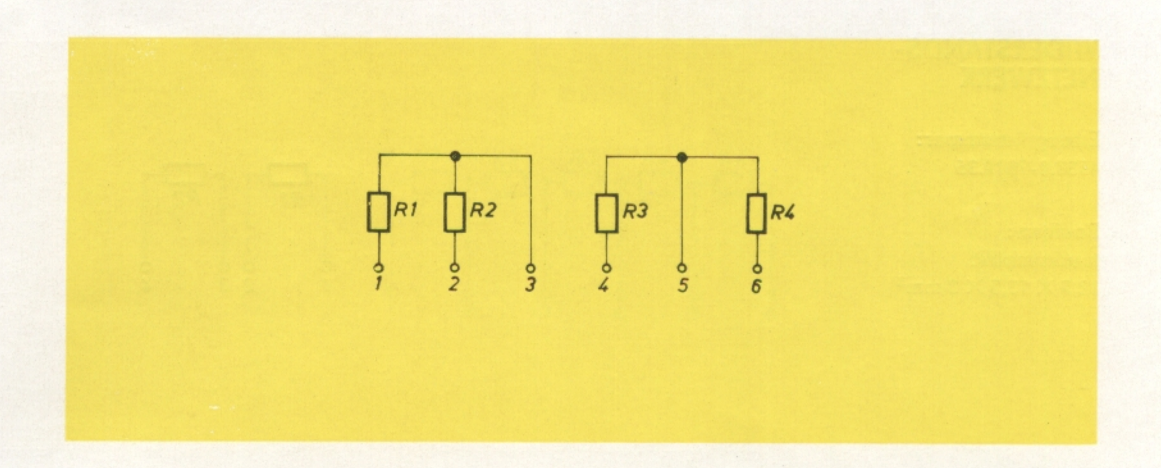


Widerstand	R 1	R 2	R 3	R 4
Widerstandswert (kΩ)	20	7,5	7,5	20
Belastbarkeit (mW)	10	2	2	10
Widerstandstoleranz (%)	± 2			
TK_R (x 10^{-6} grd^{-1})	≦ ± 100			

WIDERSTANDS-NETZWERK

Erzeugnisnummer:
4538.8-8441.76

Bauform:
tauchumhüllt
17,5 × 8,5 × 3 mm^3

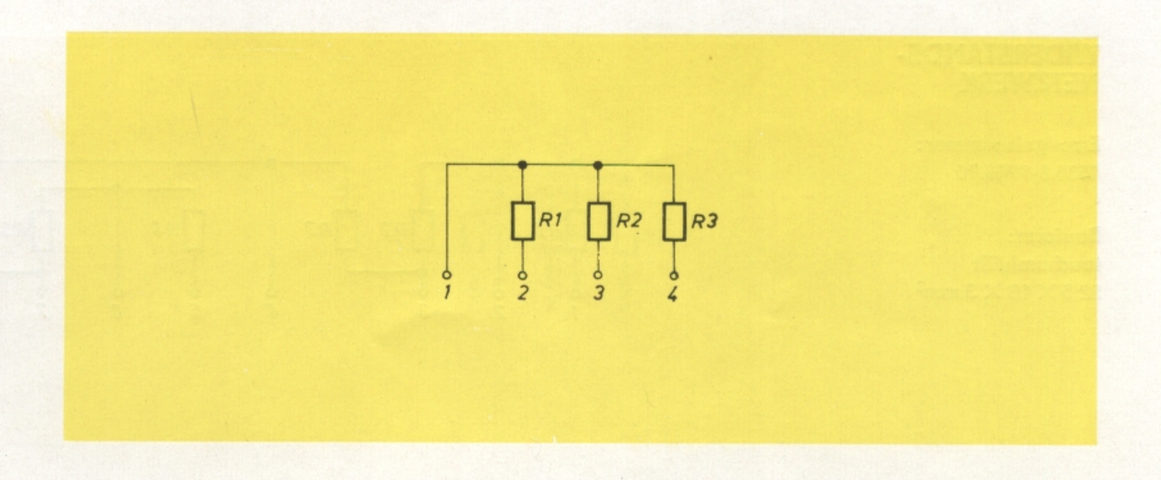


Widerstand	R 1	R 2	R 3	R 4
Widerstandswert [kΩ]	20	12	12	20
Belastbarkeit [mW]	10	2	2	10
Widerstandstoleranz [%]	± 2			
TK_R [x 10^{-6} grd^{-1}]	≦ ± 100			

STROMTEILER

Erzeugnisnummer:
4538.8-9749.36

Bauform:
tauchumhüllt
12,5 × 13,5 × 3 mm^3



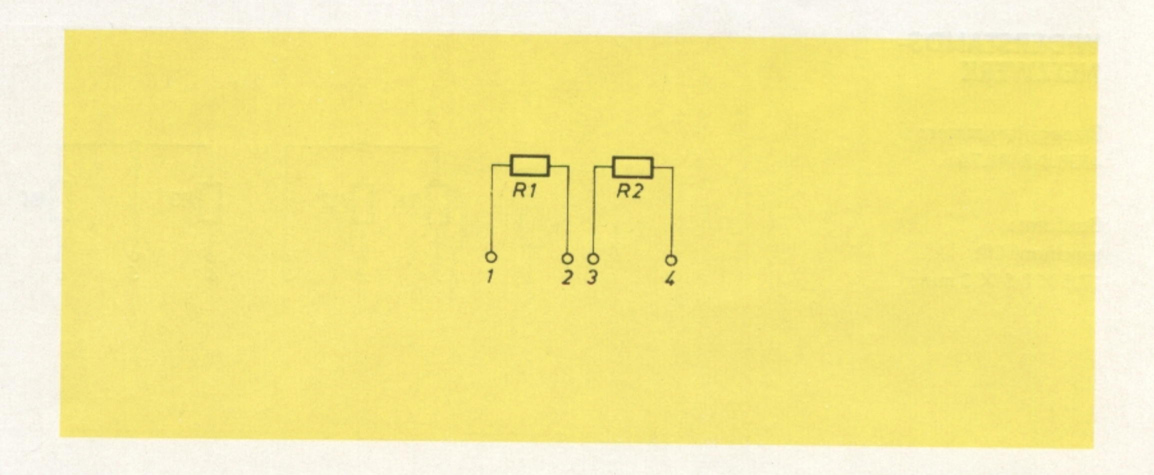
Besonderheit:
Δ TK ≦ 10 · 10^{-6} grd^{-1} zwischen allen Widerständen

Widerstand	R 1	R 2	R 3
Widerstandswert [kΩ]	2	2	2
Belastbarkeit [mW]	10	10	10
Widerstandstoleranz [%]	± 0,1		
TK_R [x 10^{-6} grd^{-1}]	≦ ± 25		

WIDERSTANDS-NETZWERK

Erzeugnisnummer:
4538.8-9849.36

Bauform:
tauchumhüllt
12,5 × 13,5 × 3 mm³



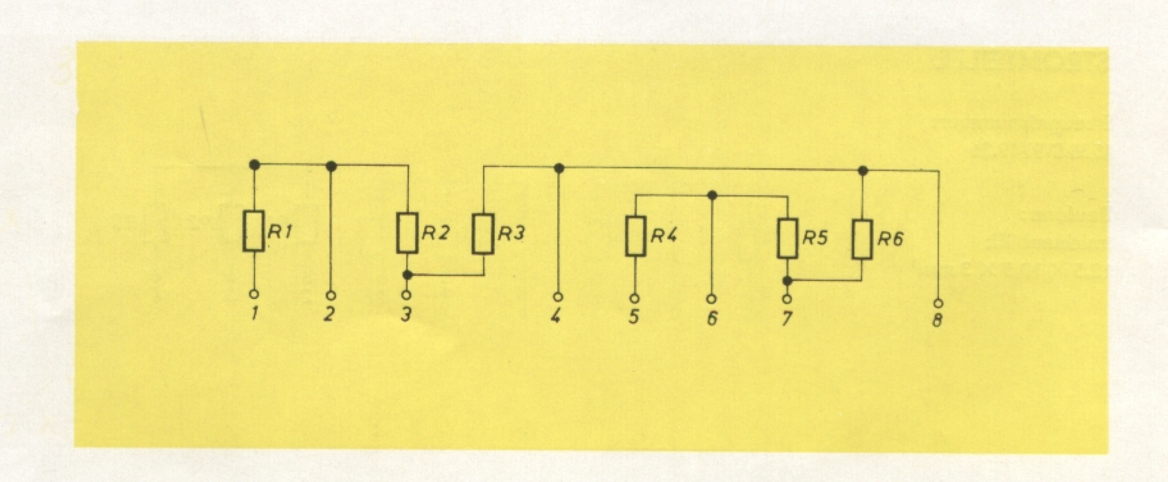
Besonderheit:
Δ TK ≦ 10 · 10⁻⁶ grd⁻¹

Widerstand	R 1	R 2
Widerstandswert [kΩ]	7,5	7,5
Belastbarkeit [mW]	15	15
Widerstandstoleranz [%]	± 0,1	
TK_R [x 10⁻⁶ grd⁻¹]	≦ ± 25	

WIDERSTANDS-NETZWERK

Erzeugnisnummer:
4538.8-9946.96

Bauform:
tauchumhüllt
22,5 × 10 × 3 mm³

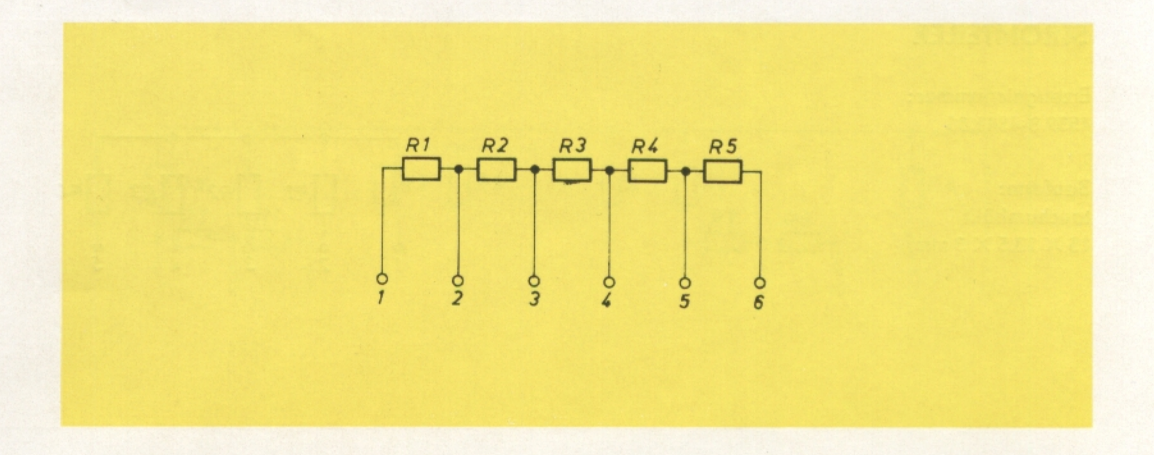


Widerstand	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6
Belastbarkeit [mW]	1,5	10	15	2,7	10	15
Widerstandswert [kΩ]	10	2	2,5	4	2	2,5
Widerstandstoleranz [%]	± 10					
TK_R [x 10⁻⁶ grd⁻¹]	≦ ± 200					

SPANNUNGS-TEILER

Erzeugnisnummer:
4539.8-1641.76

Bauform:
tauchumhüllt
17,5 × 13,5 × 3 mm³

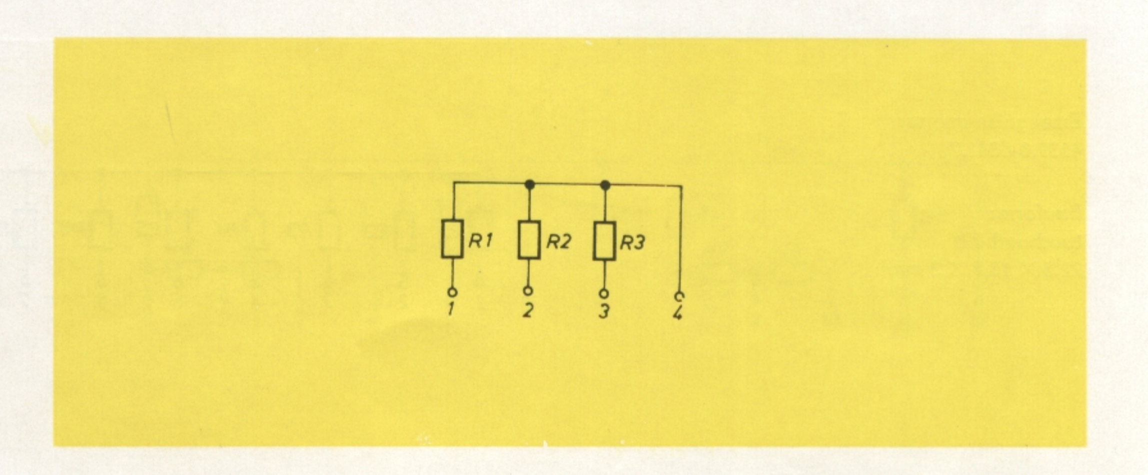


Widerstand	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
Widerstandswert [kΩ]	0,020	0,040	0,080	0,160	0,320
Belastbarkeit [mW]	25	25	25	25	50
Widerstandstoleranz [%]	± 5	± 2	± 2	± 2	± 2
TK_R [x 10^{-6} grd^{-1}]	≦ ± 100				

DA-WANDLER-STROMTEILER

Erzeugnisnummer:
4539.8-2321.46

Bauform:
Metallbecher
12,5 × 13,85 × 6 mm³

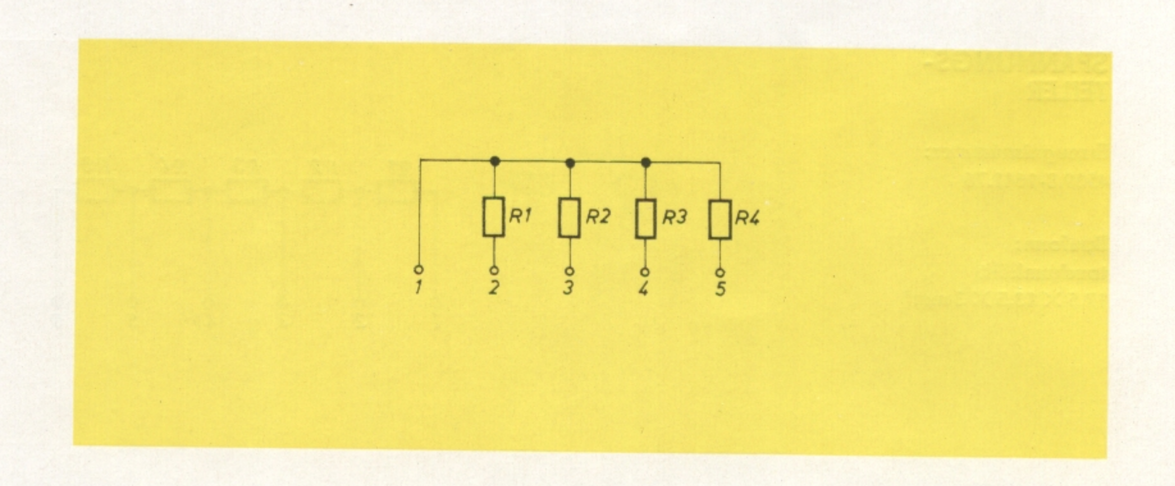


Widerstand	R 1	R 2	R 3
Widerstandswert [kΩ]	1,5	3	3
Belastbarkeit [mW]	20	28	28
Widerstandstoleranz [%]	± 0,25		
TK_R[x 10^{-6} grd^{-1}]	≦ ± 100		

STROMTEILER

Erzeugnisnummer:
4539.8-4341.86

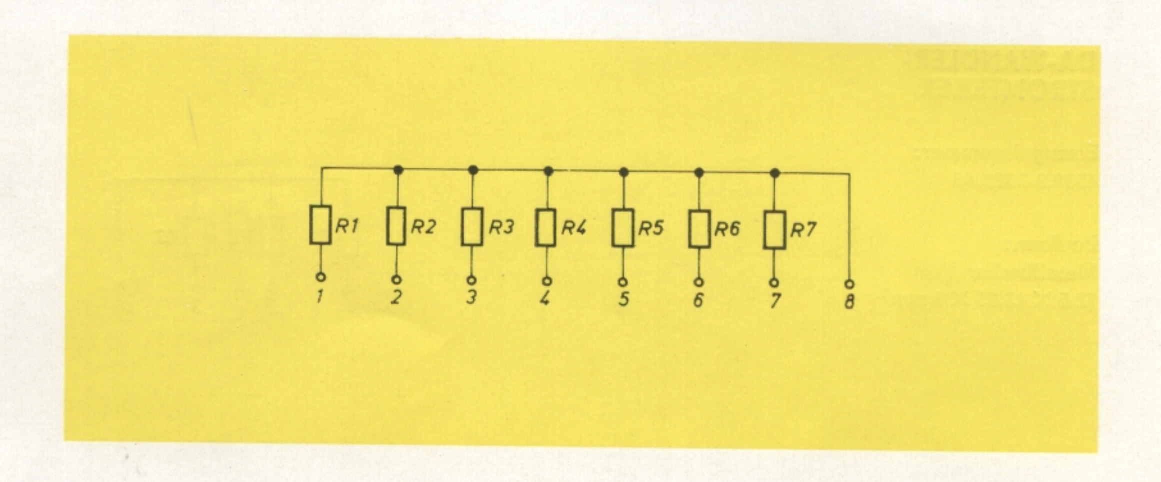
Bauform:
tauchumhüllt
15 × 13,5 × 3 mm^3



Widerstand	R 1	R 2	R 3	R 4
Widerstandswert [kΩ]	220	220	220	220
Belastbarkeit [mW]	23	23	23	23
Widerstandstoleranz [%]	± 5			
TK_R [x 10^{-6} grd^{-1}]	≦ ± 100			

Erzeugnisnummer:
4539.8-6341.76

Bauform:
tauchumhüllt
22,5 × 13,5 × 3 mm^3

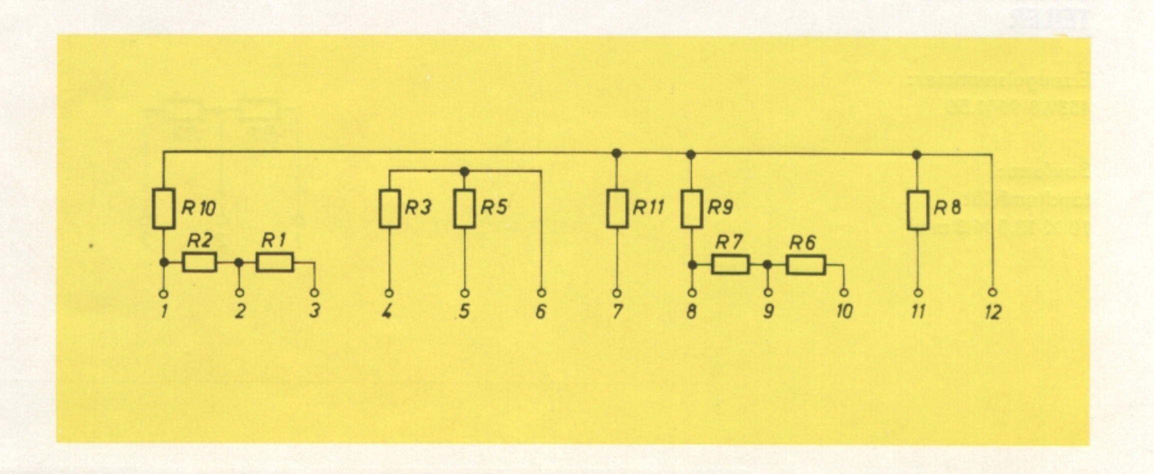


Widerstand	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7
Widerstandswert [kΩ]	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Belastbarkeit [mW]	7	7	7	7	7	7	7
Widerstandstoleranz [%]	± 2						
TK_R [x 10^{-6} grd^{-1}]	≦ ± 100						

WIDERSTANDS-NETZWERK

Erzeugnisnummer:
4539.8-5741.96

Bauform:
tauchumhüllt
32,5 × 13,5 × 2,5 mm³

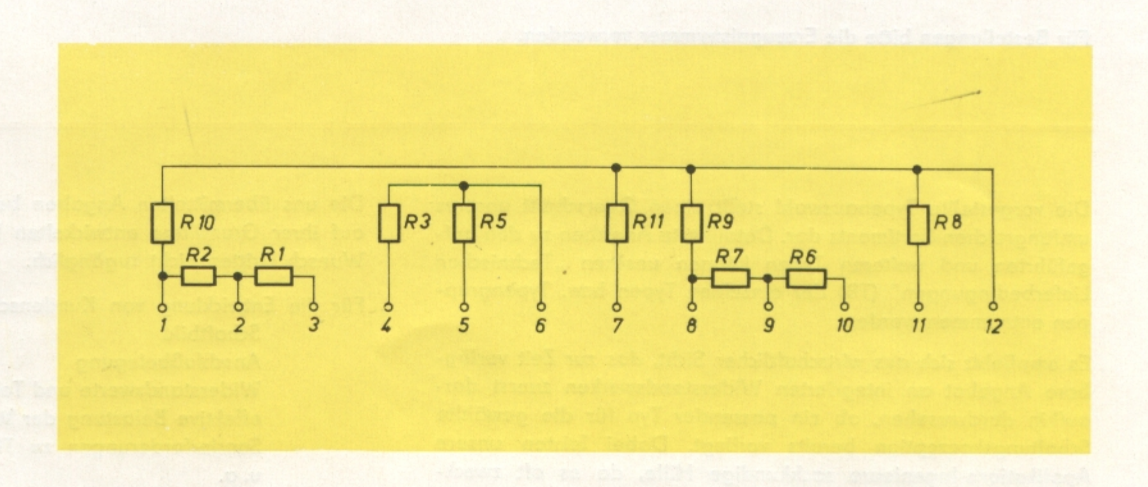


Widerstand	R 1	R 2	R 3	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11
Widerstandswert [kΩ]	102,86	15,43	0,022	1	0,510	51	0,68	0,62	51	0,022
Belastbarkeit [mW]	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Widerstandstoleranz [%]	± 5	± 2	± 5	± 2	± 10	± 10	± 2	± 2	± 2	± 5
TK_R [x 10^{-6} grd^{-1}]	≦ ± 100									

WIDERSTANDS-NETZWERK

Erzeugnisnummer:
4539.8-5841.91

Bauform:
tauchumhüllt
32,5 × 13,5 × 3 mm³

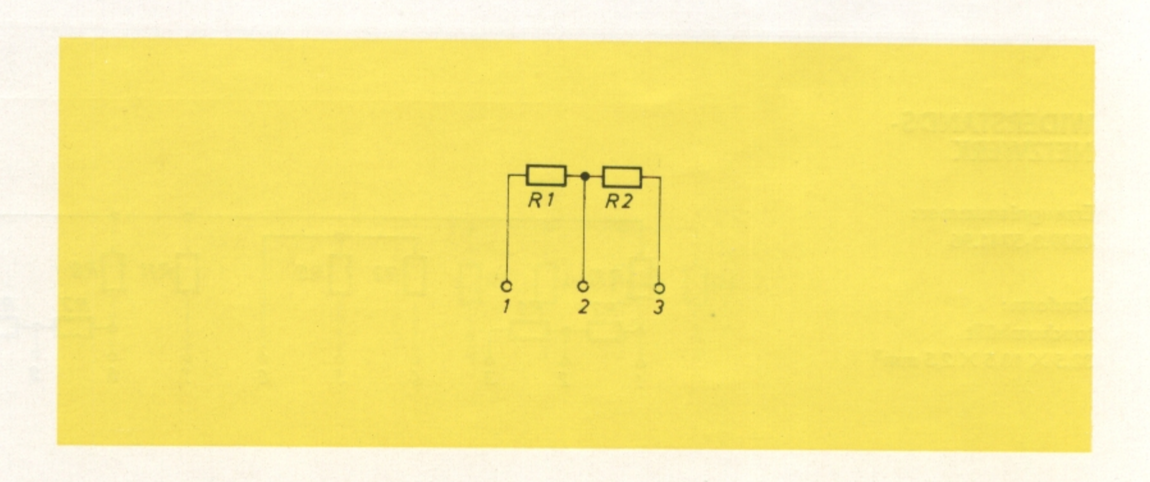


Widerstand	R 1	R 2	R 3	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11
Widerstandswert [kΩ]	240	27	0,022	1	0,51	51	0,68	0,62	51	0,022
Belastbarkeit [mW]	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Widerstandstoleranz [%]	± 5	± 2	± 5	± 2	± 10	± 10	± 2	± 2	± 2	± 5
TK_R [10^{-6} grd^{-1}]	≦ ± 100									

SPANNUNGS-TEILER

Erzeugnisnummer:
4539.8-9641.56

Bauform:
tauchumhüllt
$10 \times 13{,}5 \times 3$ mm³



Widerstand	R 1	R 2
Widerstandswert [kΩ]	0,47	0,47
Belastbarkeit [mW]	25	25
Widerstandstoleranz [%]	± 0,5	
TK_R $[10^{-6}\,grd^{-1}]$	≦ ± 100	

Für Bestellungen bitte die Erzeugnisnummer verwenden.

Die vorgestellte Typenauswahl stellt einen Querschnitt unseres umfangreichen Sortiments dar. Detaillierte Angaben zu den aufgeführten und weiteren Typen können unseren „Technischen Lieferbedingungen" (TB) der einzelnen Typen bzw. Typengruppen entnommen werden.

Es empfiehlt sich aus wirtschaftlicher Sicht, das zur Zeit verfügbare Angebot an integrierten Widerstandswerken zuerst daraufhin durchzusehen, ob ein passender Typ für die gewählte Schaltungskonzeption bereits vorliegt. Dabei leisten unsere Applikations-Ingenieure sachkundige Hilfe, da es oft zweckmäßig ist, einzelne Elemente eines bereits existierenden Netzwerktyps unbenutzt zu lassen oder durch Zusammenschaltung von Netzwerken die gewünschte Funktion zu erzielen. Dadurch können Entwicklungskosten gespart und die Lieferung geringer Stückzahlen vorteilhaft beeinflußt werden.

Wir sind in der Lage für spezielle Einsatzfälle eine optimale Kundenschaltung zu entwickeln und zu liefern, wenn dies der günstigere Weg zur Realisierung der Schaltungskonzeption ist.

Die uns übermittelten Angaben behandeln wir vertraulich, die auf ihrer Grundlage entwickelten Erzeugnisse machen wir auf Wunsch Dritten nicht zugänglich.

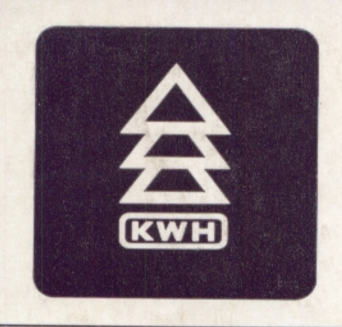
Für die Entwicklung von Kundenschaltungen sind erforderlich:

- Schaltbild
- Anschlußbelegung
- Widerstandswerte und Toleranzen
- effektive Belastung der Widerstände
- Sonderforderungen zu TK_R ; $\Delta\, TK_R$; Relativtoleranz u. a.
- Bauform, ggf. Rastermaß

Spezielle Funktionswerte (z. B. Dämpfung, Teilerverhältnis)
Falls Funktionswerte zu garantieren sind, die Prüfvorschrift

Angebotsgrundlagen

- Perspektivstückzahl
- Muster
- Terminwünsche





KOMBINAT
VEB KERAMISCHE WERKE HERMSDORF

DDR-653 Hermsdorf/Thüringen, Friedrich-Engels-Straße 79
Telefon: 510 · Telex: 58246
Telegramme: Kaweha Hermsdorf/Thür.

WIR PRODUZIEREN:

Isolierkörper und Isolatoren
für Apparate und Freileitungen für höchste Spannungen

Elektronische Bauelemente für die Rundfunk-, Fernseh-, Nachrichten-, Meß-, Steuer- und Regelungstechnik und für die Datenverarbeitung

Apparate und Anlagen aus Hartporzellan und Steinzeug für die chemische und artverwandte Industrie

Hochverschleißfeste, hochtemperaturbeständige, korrosionsfeste und elektrisch maximal belastbare oxidkeramische Erzeugnisse für die verschiedensten Industriezweige

Isolier- und Bauteile für Schaltgeräte, Elektrotechnik, Gas-, Wärme- und Beleuchtungs-Geräte sowie Funken- und Lichtbogenschutz

Bauteile und -elemente der HF-Technik, Tragkörper für Kohleschicht-, Metallschicht- und Drahtwiderstände

Sintermetallische Kontakt- und Stromübertragungselemente, Einbauteile für Röhrentechnik, Überschwermetalle als Abschirmmaterial für Gammastrahlen

Isolator-Zündkerzen für Otto-Motoren in allen Gewindegrößen und Wärmewerten, Rennkerzen und Spezialkerzen.

Wir erwarten Ihre Anfragen!

Ag 27 (07)/13/76 · V/15/5 · 10 · 233